Astronomie Québec

Vol. 2 • No. 3 • Septembre-octobre 2013

Exoplanètes et vie extraterrestre

Entrevue avec Gerry Harp de l'Institut SETI

Christian Marois raconte sa découverte historique du système HR 8799

Astronomie-Québec est commandité par *Canadian Telescopes**

Tout un été !

Malgré la mauvaise météo (il a plus presque tous les jours, quand ce n'étaient pas des orages), l'été 2013 fut mémorable pour moi. J'ai en effet eu la chance de rencontrer le célèbre découvreur de comètes David H. Levy, de faire une visite privée de l'Observatoire David Dunlap à Toronto, et d'avoir entre les mains une copie de la publication originale du catalogue de Messier, un document imprimé en 1774 !

David H. Levy a donné une conférence publique présentée par la RASC Montréal le 1er juin, et une rencontre de discussion informelle, pour membres seulement, le 10 aout. Cette deuxième date marquait sa première visite sous un ciel dégagé à l'Observatoire Bellevue. Nous en avons profité pour observer, tel que prévu ; j'ai alors eu l'honneur de lui faire « découvrir » l'amas ouvert Harvard 20, très peu connu des amateurs… Nous sommes restés presque seuls d'un côté de l'observatoire pendant que la dizaine d'autres personnes se tenaient généralement de l'autre côté. Lui et Ron Baran, président de la RASC Montréal, ont vanté l'entrevue de Levy publiée dans la dernière édition d'*Astronomie-Québec*, et Levy m'a invité à écrire pour son propre magazine, *Sky's Up* (http://www.explorescientific.com/SkysUp/index.html) pour y parler d'*Astronomie-Québec*. Je vous en reparlerai quand ce sera publié !

Levy m'a aussi « autorisé » à vous relater une confession qu'il nous a faite ce soir-là… L'ancien observatoire de la RASC Montréal, alors situé sur les terrains Molson de l'Université McGill, fut un jour cible de vandalisme — entrée par infraction et graffiti. Le jeune Levy fut considéré principal suspect. Au poste de police, son père lui a demandé à plusieurs reprises s'il était coupable ; chaque fois, il a répondu non. Mais en ce samedi 10 aout 2013, il nous a avoué que c'était bel et bien lui qui avait fait le coup… Il nous a toutefois précisé : « Mon père [aujourd'hui décédé] m'aurait certainement grondé, mais il m'aurait surtout demandé si je me suis amusé en le faisant ! »

Deux semaines plus tard, je me trouvais à Toronto, où habite la sœur de ma conjointe et muse. Suite à un échange préalable de courriels avec la RASC Toronto, j'ai été invité à une soirée d'observation dans le stationnement de l'Observatoire David Dunlap, ponctuée d'une visite privée de l'institution — je n'ai pas observé au grand télescope de 74 pouces (1,88 m), mais je l'ai déplacé à la main, chose qui est normalement interdite au public, et qui témoigne du bon balancement de l'appareil : le miroir pèse deux tonnes, le tube (environ 30 pieds [9,15 m] de long et 7 pieds [2,13 m] de diamètre) et la monture ensemble, 25 tonnes. C'est le plus grand télescope au Canada, dépassant les 72 pouces (1,83 m) de l'Observatoire astrophysique du Dominion, à Victoria (Colombie-Britannique), et les 63 pouces (1,6 m) de l'Observatoire du Mont-Mégantic (Québec). Malgré cela, je me suis laissé dire que les petits instruments d'amateurs qu'on trouve parfois à l'extérieur donnent de meilleures images… En effet, la pollution lumineuse de Toronto (au sud) dégrade celles-ci, et l'oculaire le plus faible — d'une focale impensable de 100 mm ! — donne un grossissement de quelque 325× et un très petit champ réel, d'environ ¼°…

Quelques jours plus tard, toujours à Toronto, j'ai visité le Gerstein Science Information Centre et sa bibliothèque, garnie d'une multitude de documents historiques dans le domaine de l'astronomie (et certainement d'autres sciences…), dont des copies du catalogue d'amas ouverts de Berkeley (voir page 14) et des premières éditions du catalogue de nébuleuses et d'amas d'étoiles de Charles Messier, publié en 1774, et du *New General Catalogue of Nebulae and Clusters of Stars* de J.L.E. Dreyer, publié en 1888. Je vous en reparlerai !

Pierre Paquette
Éditeur

Astronomie Québec

Équipe éditoriale

Éditeur	Pierre Paquette
Muse	Erin Pecknold
Chroniqueurs	Gilles Boutin
	Robert Giguère
	Stéphane Lemon
	Pouria Nazemi
	Gilbert St-Onge
	Eddy Szczerbinski
	Pierre Tournay
Collaborateurs	Luc Descoteaux
	Jean-Bruno Desrosiers
	Daniel Leclerc
	Christian Marois
	Jean-Marc Perreault
	Normand Rivard

Contact info@astronomie-quebec.com

Astronomie-Québec (ISSN 1929-4301) est publié bimestriellement au format PDF et disponible gratuitement au http://astronomie-quebec.com

Facebook : http://facebook.com/AstronomieQuebec

Twitter : @AstronomieQcMag

Astronomie-Québec a été fondé en juin 2012 par Pierre Paquette.

Les opinions publiées dans *Astronomie-Québec* n'engagent que leurs auteurs et ne sont pas nécessairement celles de l'éditeur.

*Canadian Telescopes ne contrôle pas le contenu du magazine *Astronomie-Québec* ou celui du site Web astronomie-quebec.com, et les opinions publiées dans *Astronomie-Québec* ne sont pas nécessairement celles de Canadian Telescopes.

Le contenu d'*Astronomie-Québec* ne peut pas être reproduit (© 2013), mais la publication en son entier peut être redistribuée librement ; nous vous invitons toutefois à plutôt donner le lien du site Web du magazine *Astronomie-Québec* (http://astronomie-quebec.com), afin de nous permettre de mieux connaitre et de mieux servir nos lecteurs grâce aux outils d'analyse Web liés au téléchargement direct.

Dépôt légal : Bibliothèque et Archives nationales du Québec http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/2110203

Photo de couverture

Vue d'artiste de ce à quoi pourrait ressembler Gliese 667C depuis l'exoplanète Gliese 667Cd. À droite de l'étoile principale sont Gliese 667A et Gliese 667B, et à gauche on peut voir le croissant de Gliese 667Ce.

Crédit :
ESO/M. Kornmesser

Pişmiş : Plus que 27…

Dans la version 3.9 de son catalogue BDCC, l'astronome amateur brésilien Bruno Alessi mentionne deux « nouveaux » amas ouverts découverts par Paris Pişmiş, astronome mexicaine d'origine turque dont nous avons parlé en juillet/aout dernier.

Ces amas ont été notés par Mme Pişmiş *avant* les autres mentionnés dans l'édition précédente d'*Astronomie-Québec*. Les références originales sont le Bulletin des observatoires de Tonantzintla et Tacubaya (*Boletin de los Observatorios de Tonantzintla y Tacubaya*), Vol. 2, No. 13 (1955), p. 23–27 et Vol. 2, No. 14 (1956), p. 41–43 pour le deuxième.

Le premier est une simple « chaine » d'étoiles près de la nébuleuse NGC 2244 ; quant au second, une image du PSS ne révèle pas grand-chose, à part un rectangle d'étoiles qui ne se détache pas vraiment du fond. Tant Alessi que notre éditeur, Pierre Paquette, s'interrogent sur ce que Mme Pişmiş a vu à cet endroit sur ses propres plaques… Peut-être ses images étaient-elles de mauvaise qualité ?

Pişmiş 28, α = 06 h 35 min 06 s,
δ = +04° 21,3′, diam. 20,0′ (appelé « Cadena 3 » [chaine 3] dans l'article original de Pişmiş).

Pişmiş 29, α = 05 h 50 min 36 s,
δ = +33° 37,9′, diam. 4,8′.

Mais il y a plus encore ! Nous avons mentionné 27 amas de Pişmiş dans notre dernière édition ; le 27e n'avait pas de numéro. En étudiant le BDCC 3.9, nous avons simplement supposé que Pişmiş 27 correspondait à cet objet, mais ce n'est pas le cas : en 1970, Mme Pişmiş a publié une autre découverte d'amas ouvert, qu'elle a nommé NGC 2175s. Cette désignation est utilisée par diverses sources, mais Alessi et d'autres ont plutôt choisi d'identifier (à juste titre) cet amas « Pişmiş 27 ».

Pişmiş 27, α = 06 h 10 min 53 s,
δ = +20° 36′ 54″, diam. 2,5′

Ceci porte donc le total d'amas découverts par Mme Pişmiş à 31 : les 24 amas ouverts originaux et deux amas globulaires (1959), puis les objets de 1970, 1955, et 1956 respectivement, ensuite l'amas de Pişmiş non-numéroté (dont la désignation appropriée est Haffner 16), et enfin un amas qu'elle a co-découvert avec M.A. Moreno et I. Hasse en 1979 (appelé [PMH79 1] ou Pişmiş-Moreno 1, selon les sources). Cela est plutôt mêlant, compte tenu qu'ils ne sont pas numérotés dans l'ordre chronologique de leur découverte !

Nos images ont un champ de 45′ (Pişmiş 28), 15′ (Pişmiş 29), et 45′ (Pişmiş 27) et sont composées à partir des images de POSS1 rouge et POSS1 bleu du Digital Sky Survey (http://archive.stsci.edu/cgi-bin/dss_form). *The National Geographic Society - Palomar Observatory Sky Atlas (POSS-I) was made by the California Institute of Technology with grants from the National Geographic Society.*

Le 3 de Parker

Greg Parker, du New Forest Observatory, a rapporté le 4 juin 2013, sur le Yahoo! Groupe deepskyhunters, la découverte d'un nouvel astérisme (alignement d'étoiles qui ne constituent pas un véritable amas) en forme du chiffre 3.

L'étoile centrale du 3 se trouve
à α = 09 h 37 min 21,17 s,
δ =+15° 20′ 43,4″.

L'image originale de M. Parker est reproduite ci-dessous avec son aimable autorisation.

AQ

Exoplanètes 101

Vous en avez probablement entendu parler car elles sont l'un des thèmes les plus « chauds » en actualité scientifique. On découvre de plus en plus de planètes en orbite autour d'autres étoiles. Les techniques d'observation s'améliorent de plus en plus, et il est maintenant possible de découvrir des planètes qui sont semblables à la Terre en taille et en composition. Attention car cependant, ce n'est pas parce qu'on découvre une exoplanète qu'on découvre alors une civilisation extraterrestre ! Il est fort probable que les exoplanètes découvertes jusqu'à maintenant soient inhabitées et même dépourvues de traces de vie.

La présence de planètes autour d'étoiles autre que le Soleil était bien sûr prévisible, et cela fut considéré possible depuis le 16e siècle. Sauf que bien sûr, à cette époque les instruments et le contexte religieux et culturel ne permettaient pas l'observation d'astres aussi éloignés et aussi peu brillants ; il a fallu attendre la fin du 20e siècle avant de pouvoir en découvrir pour vrai !

Les premières exoplanètes furent découvertes dans les années 1990, et de façon indirecte, c'est-à-dire qu'on a plutôt détecté leur impact sur leur environnement. Par exemple, on pouvait mesurer un mouvement infime de certaines étoiles, qui pouvait s'expliquer par la présence d'une ou de quelques exoplanètes autour d'elles. Saviez-vous que notre Soleil était influencé par les planètes, mais surtout par Jupiter qui est la planète la plus importante ? Bien sûr, le Soleil compte pour plus de 99,9 % de la masse totale du système solaire, mais l'importance de la masse de Jupiter (presque tout le reste de la masse du système solaire si on enlève le Soleil) fait bouger légèrement le Soleil sur son axe de rotation. C'est le même genre de phénomène que l'on peut observer chez d'autres étoiles, et ainsi détecter une ou quelques possibles exoplanètes. C'est l'effet Doppler qui nous permet de voir ces infimes mouvements de l'étoile. On constate ce même phénomène lorsqu'on entend le bruit d'une moto qui s'approche ; le bruit deviendra alors de plus en plus aigu, mais de plus en plus grave si elle s'éloigne — et si le conducteur ne rince pas son moteur ! Ce même phénomène s'applique aussi aux ondes lumineuses et permet ainsi de voir le déplacement d'étoiles.

Photo : E. Szczerbinski

par Eddy Szczerbinski

Une autre méthode indirecte assez commune consiste à mesurer la variation de luminosité d'une

étoile. Ce principe est relativement simple : si la planète passe devant l'étoile, elle obscurcit alors légèrement cette dernière (voir l'image ci-dessous, traduction d'une image de la NASA). On peut détecter la présence d'exoplanètes en étudiant la régularité de ces obscurcissements, comme la planète revient au même point de son orbite.

Depuis 2008 environ, on peut maintenant observer directement des exoplanètes de taille importante, c'est à dire des exoplanètes de la taille de Jupiter ou plus. Cependant, les techniques et la technologie avancent si rapidement que l'on pourra sans doute bientôt observer directement des exoplanètes de la taille de la Terre ou même encore plus petites. Je vous invite à lire la petite histoire de la première image d'un système planétaire extrasolaire, racontée par l'auteur de cette image, dès la page 8.

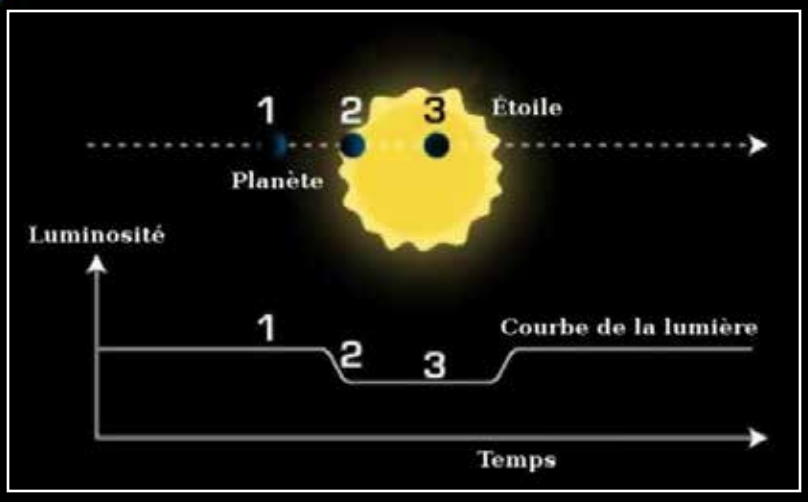
La sonde Kepler, dont la mission a récemment été interrompue par un bris irréparable, était dédiée à la détection et à l'observation d'exoplanètes. À elle seule, cette sonde à découvert plus de la moitié des exoplanètes présentement confirmées. Bien qu'elle soit encore utile pour autre chose, ce serait dommage qu'elle ne soit pas réparée ou remplacée pour sa mission primaire…

Il est difficile présentement de découvrir des exoplanètes situées à plus de 500 années-lumière de nous, mais selon des estimations prudentes, il y aurait plus de 100 milliards de planètes seulement dans notre galaxie !

Finalement, il est intéressant de noter aussi que des exoplanètes existent aussi à l'état « errant », c'est-à-dire qu'elles ne sont pas en orbite autour d'une étoile. Il existerait peut-être même des planètes en orbite autour de certains trous noirs !

N'hésitez pas à m'envoyer vos commentaires et questions. Profitez aussi des soirées qui s'allongent pour regarder le ciel et profiter de ses splendeurs !

AQ



Aurores caméléons

Souvent, le jour, on regarde les nuages qui s'étendent dans le ciel, et on a l'impression d'y apercevoir des formes passagères comme le profil d'un vieil homme ou un quelconque objet — par exemple un aliment, si on a faim…

La nuit venue, si les conditions s'y prêtent, des aurores boréales viendront et se manifesteront de plusieurs façons. Leur étalement peut être de faible intensité ou de forte intensité. Les aurores qui se produisent régulièrement aux basses latitudes des régions de Québec et de Montréal sont généralement de faible intensité, ce qui donne des formes boréales simples comme des arcs, des piliers, ou parfois des bandeaux. Seront visibles des couleurs et lueurs verdâtres, sans créer suffisamment d'images ou de formes dans le ciel pour laisser libre cours à notre imagination et voir dans ces aurores des dessins suggestifs.

Si un orage magnétique survient, les aurores boréales prendront possession du ciel — et surtout du zénith — pour nous offrir des spectacles de grande classe.

Photo : G. Boutin / D. Laflamme

par Gilles Boutin

Il faudra être attentif et fixer tout haut au-dessus de nous ; des collisions de particules solaires auront pour effet de faire voyager et faire bouger les aurores boréales à grande vitesse et dans toutes les directions. Ce sont des spectacles plus rares dans le sud du Québec, mais réguliers et continuels dans le Grand Nord. On dit — avec raison — que les Inuit voyaient beaucoup de choses dans les aurores boréales qui continuellement se manifestaient dans les ciels noirs, de leurs animaux favoris aux légendes comme quoi les aurores boréales sont des lumières provenant du ciel pour indiquer le chemin du ciel aux esprits des morts.

Je vous présente ici une série d'images d'aurores boréales, prises au Québec et au Nunavik, laissant place à l'imagination ; des aurores caméléon, qui peuvent changer de couleur et de forme, du béluga au pélican en passant par des fleurs, un vieux sorcier, et — question de rester dans le thème de cette édition d'*Astronomie-Québec* — même un extraterrestre ! AQ

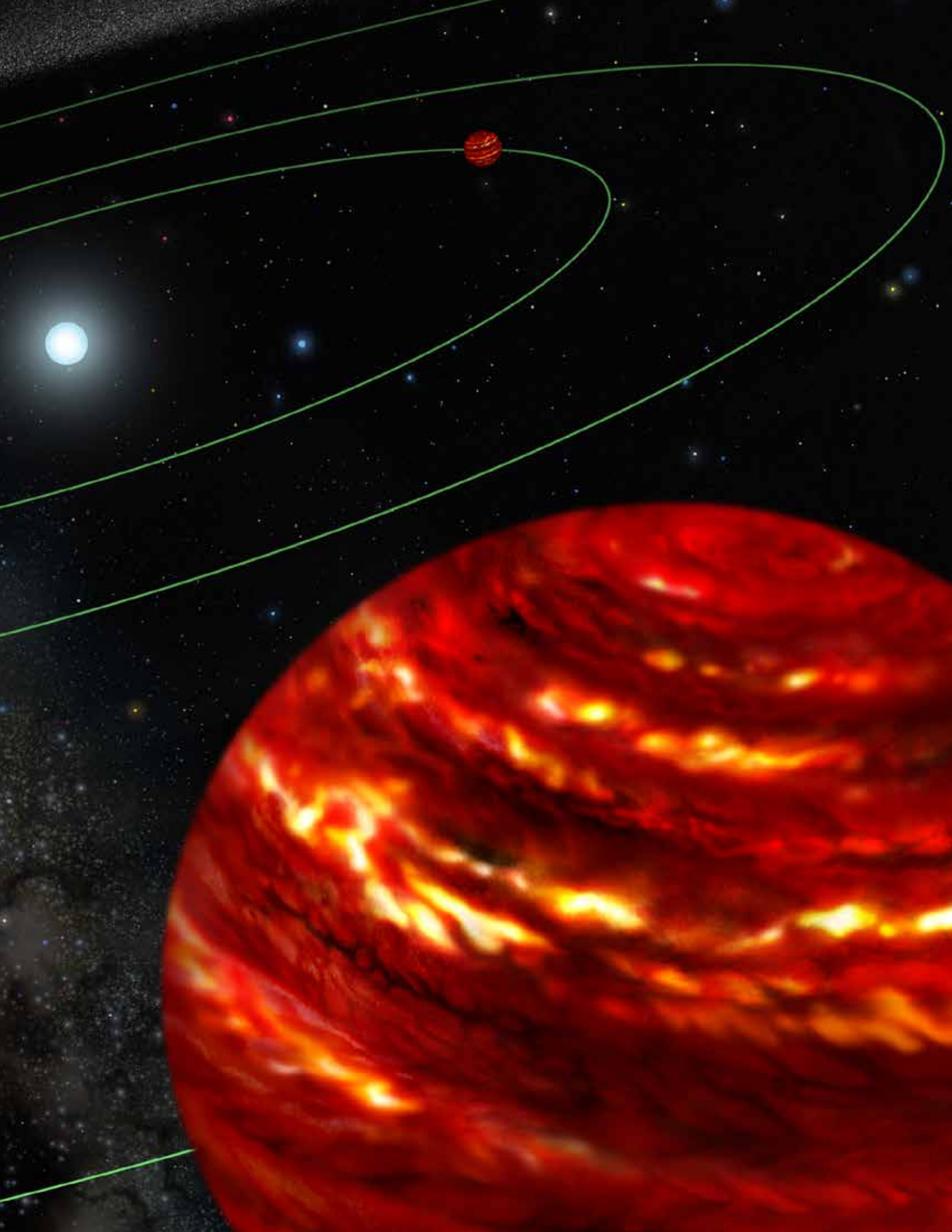
HR 8799 : Première image d'un autre système planétaire

ÉTÉ 2008 : À 10 KM D'ALTITUDE, au milieu du Pacifique et en route pour une mission d'observation au télescope Keck, je gardais les yeux rivés sur l'écran de mon portable. Après 10 ans de recherche, je réalisais que j'avais enfin devant les yeux la première image de planètes en orbite autour d'une étoile autre que le Soleil…

Photo : C. Marois

par Christian Marois

Illustration artistique de ce à quoi pourrait ressembler le système de HR 8799
Credit: Gemini Observatory Artwork by Lynette Cook



Premiers pas dans un nouveau domaine de l'astronomie

Prendre des clichés d'exoplanètes n'est certainement pas une tâche facile. Les planètes, contrairement aux étoiles, ne sont pas suffisamment massives pour bruler de l'hydrogène en leur centre. Les planètes se forment dans un disque de poussière et de gaz autour des étoiles et se refroidissent lentement avec le temps. La combinaison de leur petite taille, de leur faible température, et de leur proximité à leur étoile les rendent très difficiles à détecter. Une planète comme Jupiter est environ 250 millions de fois plus faible que le Soleil, alors que la Terre est plus de un milliard de fois plus faible. Pour déceler les planètes, des techniques demeurent nécessaires pour masquer ou soustraire le signal des étoiles. J'utilise souvent la comparaison suivante pour décrire l'ampleur du problème : imaginez que le mont Everest représente la quantité de lumière émise par une étoile ; à cette échelle, le signal d'une planète comme Jupiter serait de la taille d'un ballon de basketball, alors que celui de la Terre serait comme une fourmi marchant sur l'Everest. L'imagerie d'exoplanètes est avant tout un défi technologique.

L'histoire de notre découverte de HR 8799 a commencé au milieu des années 1990. Le personnel du télescope Canada–France–Hawaii (TCFH) de 3,6 m de diamètre venait de mettre au point l'un des premiers systèmes d'optique adaptative au monde, le système PUEO (figure 1). Ce système, toujours en opération aujourd'hui, dispose d'un miroir qui se déforme des centaines de fois par seconde pour contrecarrer les effets néfastes de la turbulence atmosphérique. Des images de qualité exceptionnelle pouvaient dorénavant être acquises à partir du sol. La résolution obtenue dépassait celle du télescope spatial Hubble.

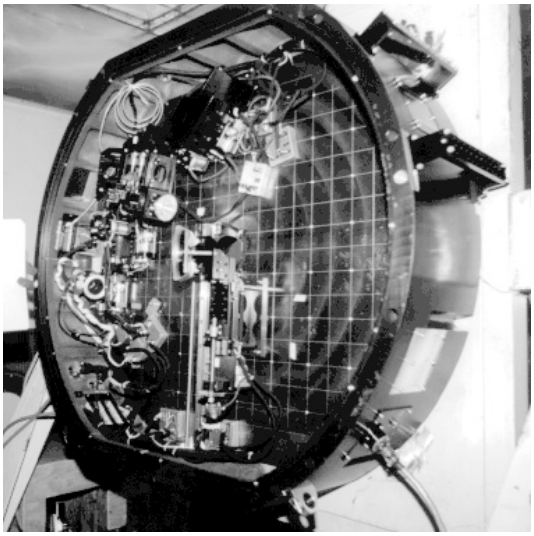


Figure 1 : *Le système d'optique adaptative PUEO du Télescope Canada-France-Hawaii (image provenant du manuel d'utilisation de PUEO). Courtoisie de la Corporation Canada-France-Hawaii.*

Toutes les images sont de l'auteur, sauf mention contraire.

Réalisant que ce système avait la capacité de prendre des images d'exoplanètes, le Dr René Racine et son équipe de l'Université de Montréal ont imaginé le projet de caméra infrarouge pour la détection d'exoplanètes. La première caméra (MONICA) prenait simplement des images dans l'infrarouge. Un jeune étudiant gradué très déterminé (je vous laisse deviner qui…) se joignit à l'équipe pour faire le traitement et l'analyse des images. Les premières données de cette caméra ont montré que les résidus de correction de la turbulence atmosphérique étaient toujours un problème. Avec ces données, j'ai aussi identifié un nouveau problème majeur : l'existence d'un bruit quasi-statique, possiblement provenant des optiques de nos instruments. L'interprétation de ce nouveau problème ne faisait pas l'unanimité dans l'équipe. Un intéressant débat — qui dura plus de 2 ans — s'ensuivit aussi entre le chef de l'équipe et moi sur les limites qu'imposaient les aberrations optiques des télescopes et des instruments à l'imagerie d'exoplanètes. Une seconde caméra infrarouge (TRIDENT, mon projet de thèse, figure 2) a été construite dans le but de réduire les effets de la turbulence atmosphérique. La caméra TRIDENT fut la toute première caméra au monde optimisée pour l'imagerie d'exoplanètes.

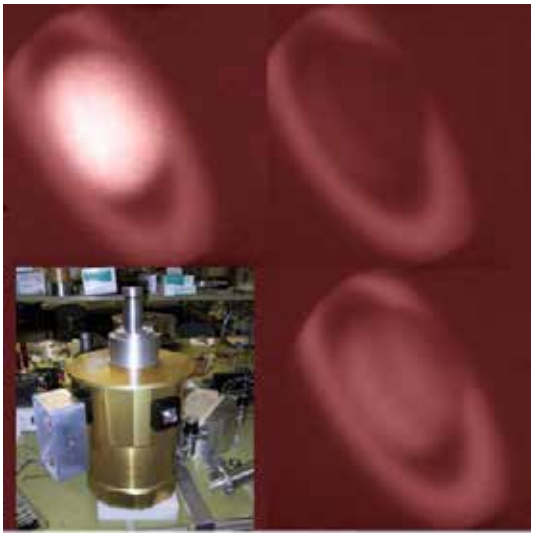


Figure 2 : *Premières images de la caméra TRIDENT à l'observatoire du Mont-Mégantic (2001). Les images simultanées sont de Saturne près de la bande d'absorption du méthane (1,6 micron). En haut à gauche : image dans le continuum (planète et anneau brillants) et les deux autres dans la bande du méthane (planète faible et anneau brillant). Une image de la caméra se trouve en bas à gauche.*

Cette caméra prenait trois images simultanées de l'étoile et de ses environs dans trois couleurs infrarouges. La combinaison de ces trois images devait permettre la soustraction de tous les résidus atmosphériques. Suite à des tests en laboratoire et lors de la première mission au TCFH, la réalité des aberrations optiques et de leurs effets très néfastes a été finalement confirmée. La caméra TRIDENT avait trop d'aberrations optiques pour atteindre son objectif scientifique. Malgré l'échec, cet instrument nous a quand même permis d'apprendre beaucoup sur la problématique de l'imagerie à haut contraste.

C'est alors que notre projet d'imagerie d'exoplanètes à pris une toute autre direction : la recherche d'une technique d'imagerie efficace pour soustraire les aberrations optiques des instruments et des télescopes.

Résoudre le problème des tavelures optiques

Résoudre le problème des aberrations optiques était crucial pour la détection d'exoplanètes. Après la correction de la turbulence atmosphérique, tous les défauts optiques du télescope et des instruments apparaissent dans les images sous forme de tavelures qui sont identiques aux planètes que l'on cherche. Ces tavelures peuvent survivre plusieurs minutes, voire des heures ; il fallait donc trouver un moyen d'enlever ces tavelures sans soustraire en même temps le signal des planètes que l'on recherche. Une première partie de la solution a été trouvée lors de la deuxième mission de la caméra TRIDENT au TCFH. Durant la première nuit d'observation, j'ai eu l'idée de faire tourner la caméra TRIDENT et le système d'optique adaptative PUEO pour découpler les aberrations optiques des planètes. Le lendemain, nous avons obtenu toutes les autorisations nécessaires pour faire ce test prometteur. La nuit suivante, un gain d'un facteur 5 a été obtenu avec cette approche, mais ce n'était toujours pas suffisant pour permettre la détection d'exoplanètes. Lors de la conférence SPIE 2002 à Kona, Hawaï (où j'ai présenté les résultats de la caméra TRIDENT pour la première fois), j'ai assisté à une présentation sur le Télescope spatial Hubble. Les astronomes utilisaient la même idée de faire tourner le télescope pour soustraire les tavelures statiques. L'avantage du télescope Hubble par rapport à nos tests avec TRIDENT au TCFH est qu'il est peut tourner en entier. J'ai alors eu l'idée de l'imagerie différentielle angulaire (IDA). En observant avec un télescope à monture azimutale au sol, on pourrait générer cette rotation de façon automatique tout en permettant de garder parfaitement aligné tout le train optique du télescope et des instruments, optimisant la stabilité des tavelures optiques et permettant une meilleure soustraction de celles-ci.

Nous avons dû attendre la fin de l'année 2003 lors des premières lumières du système d'optique adaptative Altair de Gemini Nord (télescope de 8 m à monture azimutale) pour tester la technique IDA. L'implémentation de la technique IDA était très simple : un moteur faisait tourner les instruments dans le but d'éviter d'avoir une rotation du champ avec le temps — c'est exactement cette rotation qu'on veut avoir pour la technique IDA, alors il fallait simplement déconnecter ce moteur !

Le personnel de Gemini eut des premières réactions intéressantes à nos demandes : ils se demandaient bien pourquoi on voulait déconnecter ce moteur, et pourquoi nos observations étaient aussi simples (série de poses sans rien bouger ou changer). Les résultats ont été tout simplement époustouflants : un gain d'un facteur 100 a été obtenu (figure 3). Nous avons maintenant entre nos mains la meilleure technique d'observation d'exoplanètes au monde !

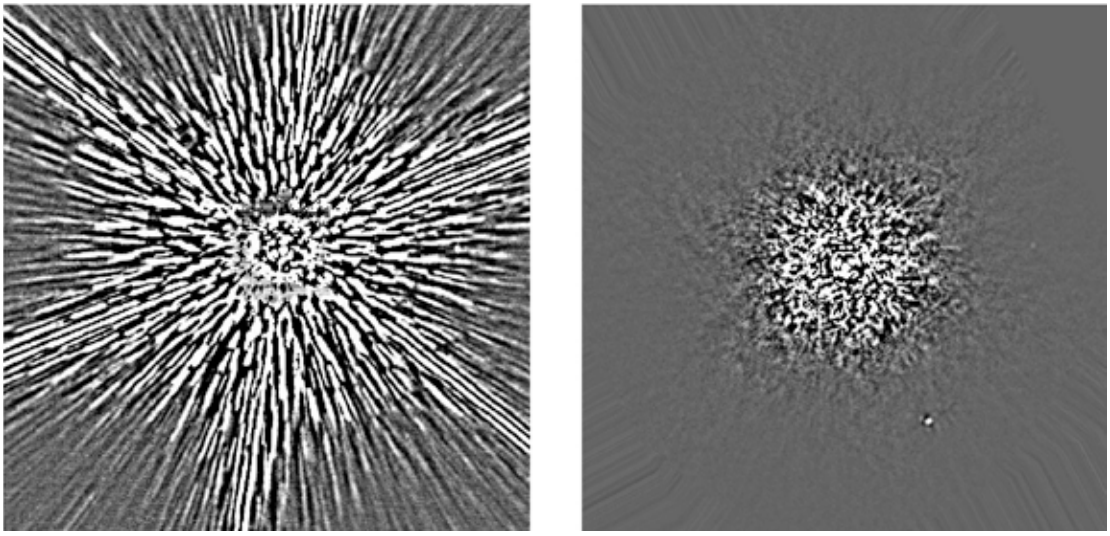


Figure 3 : Images obtenues avec la technique IDA au Keck. À gauche : image brute d'une étoile après avoir enlever un profil radial d'intensité. À droite : image finale IDA. La technique IDA permet de détecter des objets 100× plus faibles que dans une image brute.

Les premiers sondages avec la technique IDA

Afin de capitaliser les succès de la nouvelle technique IDA, mes collaborateurs (dont le professeur René Doyon et David Lafrenière) et moi avons fait un premier sondage (le sondage GDPS) sur 80 étoiles jeunes et proches au télescope Gemini Nord. David Lafrenière a dirigé ce sondage pendant que je terminais ma thèse et que je déménageais en Californie, au Lawrence Livermore National Laboratory, pour des recherches postdoctorales avec le chercheur Bruce Macintosh. Le GDPS, qui a duré de 2004 à 2007, n'a malheureusement pas trouvé d'exoplanètes malgré le fait que nous étions capables d'en détecter — celles ayant quelques fois la masse de Jupiter et situées au-delà de 10 à 20 unités astronomiques (au) de leur étoile. Beaucoup de personnes commençaient à douter de l'existence de planètes gazeuses à grandes séparations. Un regain d'espoir est apparu lors d'une rencontre

en 2007 pour l'instrument Gemini Planet Imager (GPI, un imageur optimisé qui est livré au télescope Gemini au moment d'écrire ces lignes). Le professeur Geoff Marcy (Université de Californie à Berkeley) et son équipe nous ont annoncé en primeur qu'ils semblaient trouver plus de planètes massives à plus grandes séparations autour des étoiles plus massives que le Soleil, des découvertes effectuées à l'aide de la technique des vitesses radiales (spectroscopie par effet Doppler). Cette affirmation m'a tout de suite fait réagir. Nous avions peut-être sous-estimé l'importance des planètes massives lors de notre sondage GDPS. J'ai donc entamé un second sondage (le IDPS, effectué aux télescopes Keck, Gemini Nord/Sud, et VLT) avec des collaborateurs au Canada, aux États-Unis, et en Europe, mais cette fois concentré uniquement à l'imagerie d'étoiles plus massives que le Soleil.

Les premières observations du sondage IDPS ont été prises à l'automne 2007. Une des premières étoiles observées était HR 8799. N'ayant pas encore rodé tout le mécanisme de faire des observations sur plusieurs télescopes, j'ai par erreur fait des observations de HR 8799 sur deux télescopes à une semaine d'intervalle en octobre 2007. L'étoile était sur la liste des observations de Gemini Nord, mais comme Gemini Nord ne l'avait pas encore observée (les observations de Gemini sont faites par des observateurs de l'observatoire sans que les astronomes ne participent aux observations) et que nous allions au Keck, je l'ai mise sur la liste du Keck pour la faire le plus rapidement possible. Entre le moment où j'ai fait l'horaire du Keck et celui où nous avons fait les observations (environ une semaine), Gemini a fait les observations de HR 8799. Comme j'étais en plein déménagement pour Victoria, en Colombie-Britannique (je devenais un attaché de recherche au CNRC), je n'ai pas eu le temps de regarder les images des deux télescopes avant le printemps 2008.

Passons maintenant à mars 2008 : à deux jours de la date limite pour soumettre une demande de temps au télescope Gemini pour poursuivre le sondage IDPS, je n'avais toujours pas eu le temps de regarder les images, et j'ai donc décidé de faire une réduction et une analyse très rapides et peu optimales des images du télescope Gemini. À ma grande surprise, une étoile, HR 8799, montrait une candidate planète à 1,7″ de séparation (environ 68 au de l'étoile, soit un peu plus loin de HR 8799 que Pluton est de notre Soleil ; voir figure 4).

L'objet est très faible et est situé proche, soit à moins de 100 au de son étoile. De plus, cette dernière est relativement éloignée du plan galactique (il y a donc peu de contamination par des étoiles faibles du plan galactique) et elle est aussi jeune : moins de 100 millions d'années (la planète aurait environ 5 fois la masse de Jupiter, et serait donc une géante gazeuse, semblable à Jupiter, mais beaucoup plus chaude : environ 800 K contre 150 K pour Jupiter). En comparant avec le sondage GPDS, il s'agissait de loin la meilleure candidate planète trouvée à ce jour.

AQ

Deuxième partie dans le prochain numéro d'Astronomie-Québec.

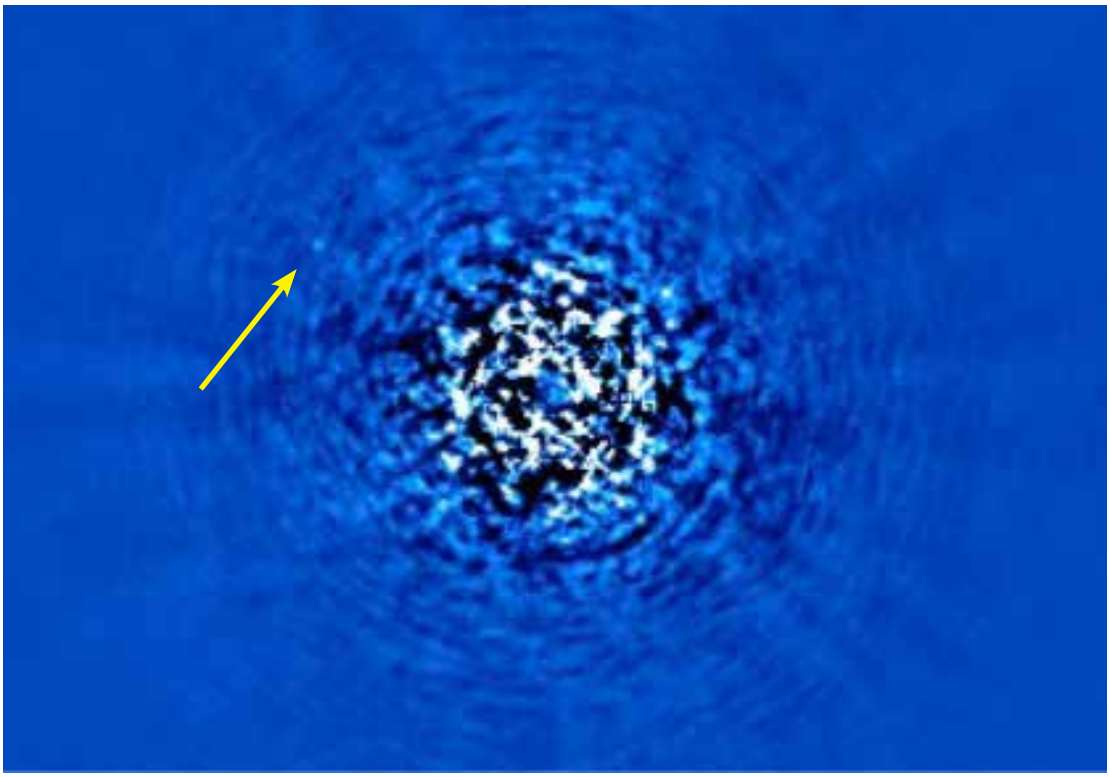


Figure 4 : *Première image de HR 8799 prise au télescope Gemini Nord avec Altair et NIRI en utilisant la technique IDA (octobre 2007). La candidate planète (maintenant appelée HR 8799b) se trouve au nord-est (en haut à gauche) de l'étoile. Les conditions d'observations n'étaient pas très bonnes.*

COSMODÔME

LA CITÉ DE L'ASTRONAUTIQUE

- Missions virtuelles interactives
- Exposition permanente
- Programmes scolaires
- Consolidation d'équipe
- Événements spéciaux

2150 autoroute des Laurentides, Laval, Québec H7T 2T8 :: www.cosmodome.org :: 450.978.3600

COSMODÔME

Berkeley : le catalogue « perdu »

DANS LA BIBLIOGRAPHIE de leur livre *Star Clusters*, les auteurs Brent A. Archinal et Steven J. Hynes mentionnaient ne pas avoir trouvé de copie de *Newly Found Star Clusters* d'Arthur F. Setteducati et Harold F. Weaver ; ils étaient même incertains quant à la date de publication du document. Celui-ci rapporte la position de 104 amas ouverts constituant le catalogue de Berkeley, du nom de l'université qui l'a publié.

Star Clusters a été publié en 2003 ; puisque les choses peuvent changer beaucoup en quelques années, j'ai entrepris en 2010 de rechercher *Newly Found Star Clusters* sur Internet. Je n'ai pas trouvé de PDF, mais j'ai trouvé le document « perdu » dans au moins deux bibliothèques publiques : une en Australie, un peu loin pour moi, et l'autre à Toronto, où habite ma belle-sœur !

Un petit voyage dans la Ville Reine quelques semaines plus tard, et *Newly Found Star Clusters* était entre mes mains, à la bibliothèque du Gerstein Science Information Centre. J'en ai informé Archinal et Hynes, qui furent très heureux de ma « découverte » ; Archinal m'a invité à la partager avec Sue French, qui a mentionné mon nom dans un article sur les amas de Berkeley, publié dans le magazine américain *Sky & Telescope* en septembre 2011 (p. 56 ; illustration ci-contre).

Le document se présente en deux livres, consistant principalement en des agrandissements de plaques du *Palomar Sky Survey*. En tout, il n'y a que 14 pages de texte et/ou colonnes de chiffres…

Un premier tableau énumère 59 objets que les auteurs ont classés comme des amas « évidents » ; le second tableau liste 45 autres objets classés comme des amas « probables ».

L'explication suivante des tableaux est extraite du premier livre :

> *La première colonne contient le numéro séquentiel de l'objet, en ordre croissant d'ascension droite pour l'époque 1900. […] Les colonnes successives dans chaque tableau donnent l'ascension droite et la déclinaison pour 1900 [puis] pour 1950, les coordonnées galactiques selon le système* l^{II}, b^{II}, *le diamètre angulaire estimé de l'amas en minutes d'arc, et une estimation […] de la magnitude de l'étoile la plus brillante de l'amas. Les coordonnées équatoriales sont [précises] à moins de cinq minutes d'arc, les coordonnées galactiques à environ un dixième de degré. Les diamètres angulaires ont été estimés avec une marge pour un diamètre vrai un peu plus grand que celui évalué d'emblée à l'inspection de la plaque. Les magnitudes des étoiles brillantes ne sont que des estimations relatives. Elles peuvent être dans l'erreur par une magnitude ou plus. Un deux-points suivant la magnitude donnée indique une incertitude en raison de la difficulté à faire l'estimation, généralement en raison d'une forte rougeur de l'ensemble de l'amas.*

La poussière interstellaire rougit et obscurcit la lumière des objets lointains, ce qui peut être un problème pour juger de leur distance.

Sue French
Deep-Sky Wonders

The Berkeley Clusters

These groupings are rarely observed but often rewarding.

In 1962 two astronomers at the University of California, Berkeley, Arthur F. Setteducati and Harold F. Weaver, published a two-part paper titled Newly Found Star Clusters. It contains the list of 104 objects that now bear the designation Berkeley. The paper is rather rare, and I was quite pleased when the Canadian amateur Pierre Paquette sent me a scanned copy from the Gerstein Science Information Centre in Toronto. This inspired me to observe Berkeley clusters that are well placed at this time of the year, and

I've selected some noteworthy sky tours.

Let's start in Aquila with Berkeley 29, also known as NGC 6749. The Setteducati's cluster among the Berkeleys. It's one of the brighter objects with NGC (New General Catalogue) designations that had been "overlooked" by Messier. Despite the more common NGC designation, it's an easy Berkeley cluster. In fact, it's more difficult one we'll visit, because it's in the Milky Way star field.

NGC 6749 lies one-sixth of the

Il est un peu étrange que Setteducati et Weaver aient choisi de numéroter les objets du deuxième tableau à partir de 1 (et de –1 à –104 sur les photos du deuxième livre, afin de les distinguer des amas du premier tableau), et non à partir de 60 comme s'ils étaient une suite du premier tableau. L'histoire a retenu cette façon de numéroter les objets, et ceux du deuxième tableau sont donc désignés Berkeley 60 à Berkeley 104 ; ce sont ces nombres qui figurent dans la dernière colonne du tableau II (ajoutée ici par *Astronomie-Québec*).

Il y a quelques semaines, je suis retourné à Toronto et j'ai jeté un autre coup d'œil à ces « vieux amis » que sont maintenant ces livres pour moi, avec cette fierté que je considère légitime d'avoir aidé Archinal et Hynes à retrouver ce document qu'ils considéraient comme « perdu »… Soit dit en passant, j'ai aussi à cette occasion tenu entre mes mains une copie de l'édition originale du catalogue de Messier (1774) ; document que je serai heureux de partager avec vous en photos dans une prochaine édition de la chronique « Ciel profond » !

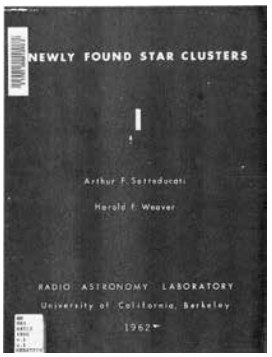
AQ

Photo : D. Quenneville

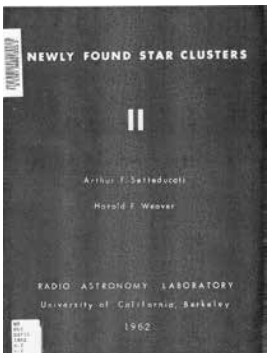
par Pierre Paquette

TABLEAU I
Amas évidents

No.	Equatoriales 1900				Equatoriales 1950				Galactiques l^{II}	Galactiques b^{II}	DA	m_{br}	Notes
	h	min	°	′	h	min	°	′	°	°	′		
1	00	04,4	+59	52	00	07,0	+60	09	117,8	−2,0	6	14	
2		19,8	+59	50		22,5	+60	07	119,7	−2,3	4	15	
3		33,9	+61	25		36,8	+61	41	121,6	−0,9	4	13	
4		39,5	+63	52		42,5	+64	08	122,3	+1,6	5	12	
5	01	140,8	+62	26	01	44,3	+62	41	129,3	+0,8	3	17:	
6		44,3	+60	35		47,7	+60	50	130,1	−1,0	6	14	
7		47,1	+61	52		50,6	+62	07	130,1	+0,4	4	14	
8		51,8	+75	05		56,4	+75	20	127,3	+13,3	8	14:	
9	03	25,3	+52	22	03	29,0	+52	32	146,0	−2,8	5	15:	
10		30,2	+66	12		34,8	+66	22	138,6	+8,9	12	14:	
11	04	13,5	+44	41	04	17,0	+44	48	157,1	−3,6	6	15:	
12		37,6	+42	29		41,1	+42	35	161,7	−2,0	7	16:	
13		47,6	+52	35		51,6	+52	40	155,1	+5,8	8	15	
14		53,0	+43	19		56,6	+43	24	162,9	+0,7	9	16:	
15		55,1	+44	19		58,7	+44	23	162,3	+1,6	9	15	
16	05	04,4	+47	30	05	08,1	+47	34	160,8	+4,8	6	13	= NGC 1798
17		14,2	+30	30		17,4	+30	33	175,6	−3,6	14	16:	
18		14,8	+45	18		18,5	+45	21	163,6	+5,0	20	16:	= King 22
19		17,7	+29	30		20,9	+29	33	176,9	−3,6	7	15	
20		27,8	+00	09		30,4	+00	11	203,5	−17,3	3	15	
21		45,7	+21	45		48,7	+21	46	186,8	−2,5	7	16:	
22		53,0	+07	50		55,7	+07	50	199,8	−8,0	2	15:	
23	06	27,5	+20	37	06	30,5	+20	35	192,6	+5,4	4	15	
24		32,7	−00	50		35,2	−00	52	212,2	−3,5	10	17:	
25		36,6	−16	25		38,8	−16	28	226,6	−9,7	7	16	
26		45,0	+05	53		47,7	+05	50	207,7	+2,4	4	17:	= Biurakan 12
27		46,0	+05	54		48,7	+05	51	207,8	+2,6	3	15	= Biurakan 11
28		46,8	+03	03		49,4	+02	59	210,4	+1,5	4	14	= Biurakan 10
29		47,5	+17	03		50,4	+16	59	198,0	+8,0	4	15	
30		52,3	+03	24		54,9	+03	20	210,7	+2,8	4	14	= Biurakan 9
31		52,3	+08	25		55,0	+08	21	206,2	+5,2	6	14	= Biurakan 7
32		52,8	+06	36		55,5	+06	32	207,9	+4,4	6	14	= Biurakan 8
33		53,3	−13	09		55,6	−13	13	225,5	−4,6	4	15	
34		55,2	−00	11		57,8	−00	15	214,2	+1,8	6	17:	= Biurakan 13
35	07	05,6	+02	54	07	08,2	+02	49	212,7	+5,6	8	16	
36		11,5	−12	56		13,8	−13	01	227,4	−0,6	6	17:	
37		15,4	−00	55		17,9	−01	00	217,2	+6,0	8	15	
38		41,6	−20	09		43,8	−20	16	237,2	+2,2	8	13	
39		41,7	−04	22		44,2	−04	29	223,5	+10,1	12	16	
40		45,4	−17	02		47,6	−17	09	235,0	+4,5	3	14	
41		53,2	−25	43		55,3	−25	51	243,4	+1,6	4	15	
42	19	00,1	+01	44	19	02,6	+01	48	36,2	−2,2	6	18:	= NGC 6749. Globulaire. Bien que décrit comme un amas dans le NGC, certaines tentatives ultérieures de l'identifier photographiquement ont échoué, probablement à cause de la forte obscuration.
43		10,9	+11	03		13,2	+11	08	45,7	−0,2	6	15:	
44		12,8	+19	23		15,0	+19	28	53,2	+3,4	6	16:	
45		14,6	+15	32		16,9	+15	37	50,0	+1,2	4	15	
46		17,3	+37	39		19,0	+37	45	70,0	+10,9	16	15	= NGC 6791. Décrit comme étant un très riche amas ouvert par W. Baade (*Astron. Nach.* No. 5827, p. 303, 1931).
47		24,2	+17	12		26,4	+17	18	52,6	−0,1	6	16:	
48		44,5	+20	57		46,7	+21	04	58,2	−2,3	4	15	= NGC 6827
49		56,0	+34	20		57,9	+34	28	71,0	+2,5	4	16:	
50	20	06,6	+34	38	20	08,5	+34	47	72,4	+0,8	4	14	= IC 1310. A été listé comme étant une nébuleuse diffuse. L'amas est dans une région nébuleuse.
51		08,2	+34	03		10,1	+34	12	72,1	+0,2	4	15	
52		10,3	+28	40		12,3	+28	49	67,9	−3,1	4	18:	
53		53,4	+50	39		55,0	+50	50	90,3	+3,7	12	16:	
54		59,4	+40	04	21	01,3	+40	16	83,1	−4,1	6	17:	
55	21	13,5	+51	22		15,1	+51	34	93,0	+1,8	6	14:	
56		13,9	+41	28		15,8	+41	41	86,0	−5,2	8	16:	
57	22	51,1	+56	36	22	53,2	+56	52	107,6	−2,2	6	15	= NGC 7423
58	23	55,1	+60	24	23	57,6	+60	41	116,7	−1,3	8	15	
59		57,5	+66	49	00	00,0	+67	06	118,2	+4,9	10	11:	



La couverture très simple du premier volume de Newly Found Star Clusters, *de Setteducati et Weaver.*

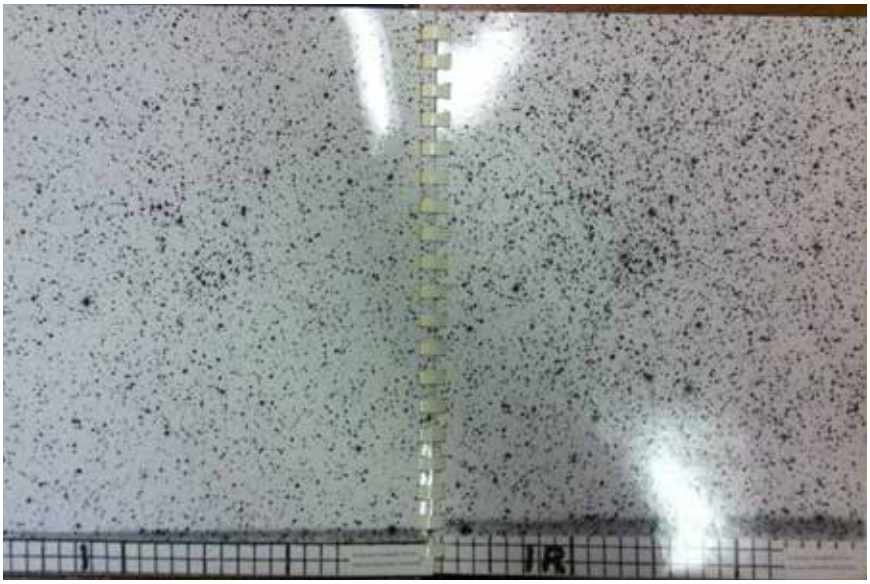


La couverture tout aussi simple du deuxième volume de Newly Found Star Clusters, *de Setteducati et Weaver.*

TABLEAU I
Amas probables

No.	Equatoriales 1900 h	min	°	′	Equatoriales 1950 h	min	°	′	Galactiques l^{II} °	b^{II} °	DA ′	m_{br}	Berk.
1	00	12,3	+60	24	00	15,0	+60	41	118,8	−1,6	4	14	60
2	00	42,3	+66	42		45,4	+66	58	122,6	+4,4	4	14	61
3	00	54,8	+63	25		57,9	+63	41	124,0	+1,1	10	13	62
4	02	12,0	+63	17	02	15,8	+63	31	132,5	+2,5	4	15	63
5		13,2	+65	26		17,1	+65	40	131,9	+4,6	4	14:	64
6		31,4	+59	59		35,2	+60	12	135,8	+0,3	5	13	65
7		56,6	+58	52	03	00,4	+58	34	139,4	+0,2	7	16:	66
8	04	30,5	+50	33	04	34,3	+50	39	154,9	+2,5	8	15:	67
9		37,5	+41	52		41,0	+41	58	162,1	−2,4	12	14:	68
10	05	18,0	+32	33	05	21,3	+32	36	174,4	−1,8	6	14	69
11		18,7	+41	48		22,2	+41	51	166,9	+3,6	12	15	70
12		34,7	+32	20		38,0	+32	22	176,6	+1,0	6	15	71
13		44,3	+22	10		47,3	+22	11	186,3	−2,6	6	15:	72
14	06	17,2	−06	18	06	19,6	−06	19	215,3	−9,4	3	16	73
15		44,5	−10	25		46,9	−10	28	222,1	−5,3	6	15	74
16		45,1	−23	51		47,2	−23	54	234,3	−11,1	4	16	75
17	7	01,8	−11	28	07	04,1	−11	32	225,0	−2,0	7	16	76
18		16,6	−03	08		19,1	−03	14	219,3	+5,2	7	13:	77
19		19,1	+05	33		21,8	+05	27	211,9	+9,8	8	16	78
20	18	40,0	−01	19	18	42,6	−01	16	31,1	+0,8	10	15	79
21		49,3	−01	23		51,9	−01	19	32,2	−1,2	4	15	80
22		56,4	−00	39		59,0	−00	35	33,6	−2,5	8	15:	81
23	19	06,8	+12	54	19	09,1	+12	59	46,8	+1,6	4	14	82
24		57,3	+28	21		59,3	+28	29	66,1	−0,9	4	17:	83
25	20	01,0	+33	35	20	02,9	+33	43	70,9	+1,2	4	16:	84
26		15,2	+37	24		17,0	+37	33	75,7	+1,0	8	15	85
27		16,8	+38	23		18,6	+38	32	76,7	+1,3	8	13:	86
28		17,9	+37	03		19,8	+37	12	75,7	+0,3	8	13:	87
29		18,5	+47	46		20,0	+47	55	84,5	+6,4	3	15	88
30		21,4	+45	39		23,0	+45	49	83,1	+4,8	5	15	89
31		32,1	+46	28		33,7	+46	38	84,9	+3,8	6	14:	90
32	21	08,3	+48	04	21	10,0	+48	16	90,1	+0,1	6	16:	91
33		22,2	+57	04		23,7	+57	17	97,9	+5,0	4	15:	92
34		53,4	+63	28		54,8	+63	42	105,1	+7,3	4	16:	93
35	22	18,9	+55	21	22	20,8	+55	36	103,1	−1,2	4	13	94
36	22	24,7	+58	37	22	26,5	+58	52	105,5	+1,2	6	15:	95
37		25,6	+54	54		27,5	+55	09	103,7	−2,1	2	13:	96
38		35,7	+58	29		37,6	+58	45	106,6	+0,4	6	11	97
39		39,0	+51	53		41,1	+52	09	103,9	−5,7	7	15	98
40	23	17,6	+71	13	23	19,6	+71	29	115,9	+10,1	7	14:	99
41		22,2	+63	12		24,4	+63	28	113,7	+2,4	4	16:	100
42		28,9	+63	39		31,2	+63	56	114,6	+2,6	4	16	101
43		33,9	+56	05		36,3	+56	22	113,0	−4,8	6	18:	102
44		40,4	+58	45		42,8	+59	02	114,6	−2,5	4	15:	103
45		58,3	+63	02	00	00,9	+63	19	117,6	+1,2	4	16	104

Ci-dessous, les images côte-à-côte de l'amas Berkeley 1, dans Newly Found Star Clusters. *L'image de gauche est un agrandissement de la plaque bleue du Palomar Observatory Sky Survey ; à droite, c'est un agrandissement de la plaque rouge (d'où le* 1R*).*



Ci-dessus, le Gerstein Science Information Centre, où se trouve une copie des volumes originaux de Newly Found Star Clusters. *Photo : Google Maps Street View. L'image est prise du parc situé au centre du King's College Circle, sur le terrain de l'Université de Toronto.*

Quelques amas de Berkeley

Les deux premiers amas de Berkeley, les numéros 1 et 2, ne se détachent qu'à peine du fond de ciel…

…il en va autrement pour Berkeley 39, à gauche, et NGC 6749 = Berkeley 42, à droite ; ce dernier est en fait un amas globulaire.

NGC 6791 = Berkeley 46, à gauche, et IC 1310 = Berkeley 50, à droite, sont de classes différentes (I2r et II1p n, respectivement), comme en témoignent ces images.

Toutes les images de cette page sont extraites du Digitized Sky Survey [http://archive.stsci.edu/cgi-bin/dss_form, HST Phase 2 (GSC 1)].
Dans tous les cas, le champ de vision est de 20′, sauf pour NGC 6791 (champ de 30′).
The Digitized Sky Survey copyright © 1994, Association of Universities for Research in Astronomy, Inc.

Pas d'humains sans la Lune

par Robert Giguère

Photo : Chantal Leduc

Après la Terre, la Lune est surement l'astre le plus unique du système solaire. Bien qu'elle ne soit que le cinquième plus grand satellite de notre domaine planétaire, c'est l'importance relative de sa masse par rapport à celle de la Terre qui fait son originalité. La Terre et la Lune orbitent en fait autour d'un barycentre (centre de gravité) situé à l'intérieur de la Terre, à environ 4 700 km du centre de cette dernière (le rayon de la Terre est de 6 378 km). Le couple Terre–Lune est parfois considéré comme une planète double plutôt qu'un système planète–satellite. Le couple Pluton–Charron est le seul autre exemple du système solaire qui soit semblable. Ensuite, outre Phobos et Deimos (les deux petits satellites naturels de Mars), la Lune est le seul satellite planétaire entre le Soleil et Jupiter. Enfin, il semble que sans la Lune, il n'y aurait pas d'humains sur Terre…

Le fait est que la Lune stabilise l'axe de rotation de la Terre en maintenant son inclinaison (obliquité) entre 22° et 24,5°. Mars, qui n'a pas de satellite important, a une inclinaison très variable à longue période, et nous fournit un bon exemple de ce qui arriverait au climat de la Terre si la Lune était absente…

Plusieurs masses de glace martiennes ont été identifiées comme s'étant formées sous l'influence d'un climat affecté par des changements d'obliquité de Mars. Notamment, la calotte polaire martienne montre un empilement de couches de glace séparées par des couches de poussière, qui témoignerait d'anciennes périodes climatiques intenses qui auraient alterné entre le chaud et le froid. Il a donc été possible de reproduire le climat chaotique de Mars pour les dix derniers millions d'années. Au-delà de cette période, des simulations numériques faites par une équipe européenne évaluent à 63 % la probabilité que l'obliquité de Mars ait atteint au moins 60° au cours du dernier milliard d'années, et à plus de 89 % au cours des trois derniers milliards d'années (selon l'article de Wikipédia sur Mars).

Présentement, l'obliquité de Mars est de 25,2°, mais par le passé, chaque fois que l'axe de rotation était incliné de 60°, le climat martien passait par des périodes extrêmes. Les pôles nord et sud se retrouvaient exposés alternativement aux rayons du Soleil pendant six mois à tous les deux ans, soit la période qui correspond aux saisons de Mars. Ainsi, pendant qu'un hémisphère était sous la lumière et qu'il se faisait chauffer continuellement, l'autre hémisphère restait dans une obscurité totale et dans le froid. Sous l'action du chaud et du froid, les masses de glace migraient d'un hémisphère à l'autre…

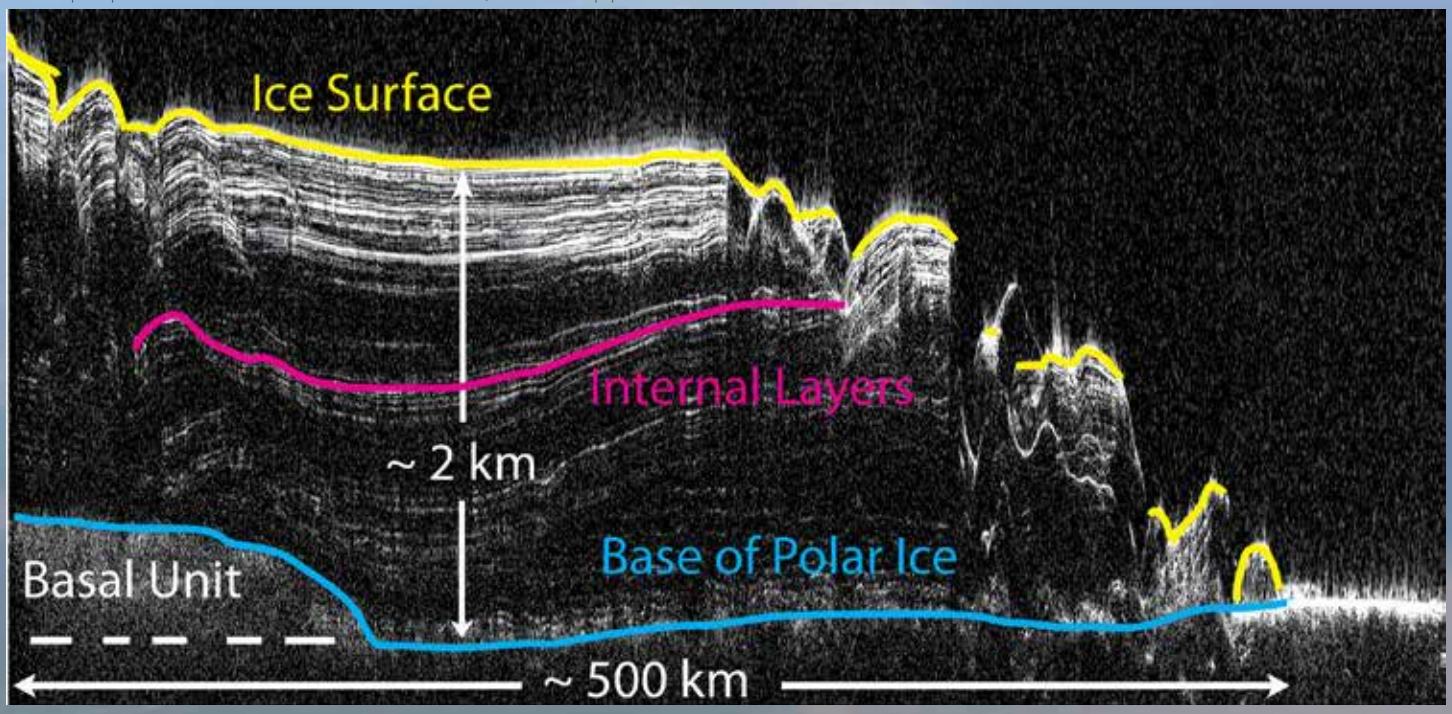
La glace s'accumulait même à l'équateur, car pendant que les pôles étaient exposés au Soleil, à l'équateur les rayons touchaient le sol selon un angle très serré et presque parallèle au sol, créant des conditions propices à l'accumulation de la glace. Assurément, ces périodes de forte obliquité pouvaient durer pendant des centaines de milliers d'années, et elles revenaient de façon chaotique.

On peut imaginer la violence des climats sur Terre si son axe de rotation pouvait s'incliner de façon aussi extrême. Ici, dans notre hémisphère, à notre latitude, avec seulement une obliquité de 23,4°, deux mois suffisent pour faire fondre toute la neige accumulée pendant l'hiver. Ensuite commence un été que l'on veut long et chaud. Imaginez plutôt un été sans nuit qui durerait trois mois ; la course du Soleil dans le ciel se résumerait à un cercle qui jamais ne toucherait l'horizon. Sous la chaleur constante, toutes les masses d'eau se vaporiseraient. Elles migreraient en neige vers le froid obscur de l'hémisphère sud. Des ouragans soulèveraient les mers, des tempêtes de neige souffleraient dans la zone équatoriale, et

pendant que l'hémisphère sud se recouvrirait de glace, l'autre serait torride et désertique. Comme si cela n'était pas assez, le cycle s'inverserait l'année suivante…

Parmi les espèces animales que l'on connait, incluant celles du passé que l'on considère comme des précurseurs de l'humanité, aucune ne pourrait survivre dans de pareilles conditions. Possiblement, la planète serait incapable de mener à terme l'évolution des espèces. En effet, les plantes sont à la base de la chaine alimentaire ; or, les plantes ne peuvent pas survivre dans des conditions sèches et désertiques, pas plus qu'elles ne peuvent pousser sur la glace. Ainsi, tout ce qui pourrait se construire pendant les périodes calmes, c'est-à-dire pendant les périodes de faible obliquité, serait irrémédiablement détruit pendant les périodes orageuses de forte obliquité. Il se pourrait même que la vie sur Terre aurait été incapable de dépasser le niveau des bactéries…

La présence d'une lune de taille importante serait donc un critère obligatoire pour permettre à une planète terrestre d'engendrer une vie comme la nôtre. Remercions le hasard cosmique d'avoir donné une importante Lune à la Terre ! AQ



Une coupe de la calotte polaire de Mars. Sur une épaisseur deux kilomètres, on retrouve des couches de glace entrecoupées par des couches de sable. Crédit : NASA/Caltech/JPL/MRO et équipe SHARAD.

Gerry Harp
Directeur
Centre de recherche SETI

Photo : Seth Shostak/SETI Institute

Photo : G. Boutin

par Pouria Nazemi

« *Le dernier homme* sur Terre était assis seul dans une pièce. On frappa à la porte… »

Il s'agit d'une très courte histoire de Fredric Brown (1906–1972), et l'une des plus effrayantes histoires de tous les temps. Il pourrait s'agir d'une situation très redoutable, mais c'est peut-être une métaphore de la relation de notre propre espèce — le seul type de créature du monde connu qui ait atteint un certain niveau de soi-disant intelligence — avec le reste du monde.

Jusqu'à présent, nous n'avons pas trouvé de preuve de l'existence de vie — et encore moins de vie intelligente — ailleurs que sur notre planète-mère, la Terre. Mais qu'est-ce que cela signifie ? Sommes-nous seuls ? La Terre est-elle le seul endroit dans tout l'Univers qui ait protégé les semences de la vie, l'a laissé croitre, et a permis à l'intelligence d'apparaitre suite au processus d'évolution ? Si la réponse est oui, alors pourquoi ? Et si la réponse est non, où sont donc les autres ?

Notre situation comme humains modernes est semblable à celle du dernier homme sur Terre dans la courte histoire ci-dessus. Mais il y a aussi quelques différences. Dès le début, nous nous sommes considérés comme une espèce solitaire et unique. Nous sommes beaucoup comme un enfant qui grandit seul dans une ville énorme mais abandonnée. Pendant très longtemps, nous avons cru que nous sommes seuls, et n'avons pas laissé d'autre pensée traverser notre esprit. Après un moment, l'espoir est toutefois apparu. Nous avons commencé à regarder autour, vérifié les autres maisons, et même allumé un feu et envoyé de la fumée vers le ciel dans l'espoir que peut-être quelqu'un puisse la voir. Ensuite, nous avons commencé à écouter tous les bruits à la recherche d'un bruit de pas. Nous nous sommes dit que la Terre est beaucoup plus grande que notre ville, et même s'il n'y a plus personne dans notre ville, il est possible que nous trouvions quelqu'un d'autre dans d'autres villes ou un autre pays. C'est là où nous en sommes aujourd'hui. Avec plus de connaissances et de grands espoirs, nous continuons de scruter l'Univers à la recherche de quelqu'un d'autre. Une autre civilisation et une autre forme d'intelligence.

Dans le monde réel, le SETI Institute (Search for Extraterrestrial Intelligence) est l'un des chefs de file pour la gestion et l'opération d'une telle recherche. Le travail de cette organisation peut ressembler à de la science-fiction, mais il est tout à fait scientifique.

J'ai parlé avec le Dr Gerry Harp du SETI Institute à propos des programmes actuels et futurs de SETI.

Avant de lire cette interview, laissez-moi revenir à cette histoire courte. Pensons à deux scénarios possibles d'une recherche d'autres personnes ou d'une autre créature vivante et intelligente ailleurs dans l'Univers : il est possible que nous trouvions finalement qu'une sorte d'ET intelligent existe ailleurs et nous ne sommes pas seuls après tout, et que la vie et l'intelligence soient choses communes dans l'Univers ; ou il est possible que nous découvrions que nous sommes vraiment seuls et il n'y a personne autre. Quel scénario serait le plus terrifiant ?

Pouria Nazemi : Dans le cadre du projet SETI, on recherche des signes d'intelligence extraterrestre en scrutant le ciel pour détecter des signaux radio artificiels. Pouvez-vous donner à nos lecteurs un aperçu technique de cette vaste recherche ? Quel genre de signaux radio cherche-t-on ? Pourquoi avoir choisi ces longueurs d'onde particulières ?

Dr Gerry Harp : Dans l'espace, les radiations électromagnétiques (lumière, ondes radio, etc.) voyagent toutes à une vitesse proche de celle de la lumière, qui est la méthode la plus rapide que l'on connaisse pour transférer de l'information. En outre, l'espace entre les étoiles est presque vide, donc un signal EM peut parcourir de grandes distances à travers la Galaxie sans être observé. Nous avons d'excellents détecteurs de radiations électromagnétiques de toutes sortes, des télescopes radios aux télescopes en lumière visible.

Le principal blocage entre la terre et la Galaxie est notre atmosphère. L'atmosphère absorbe fortement (presque) tout le rayonnement EM à partir d'environ 10 GHz (3 cm de longueur d'onde) jusqu'à 300 THz (1 micromètre) — voir image ci-dessous.

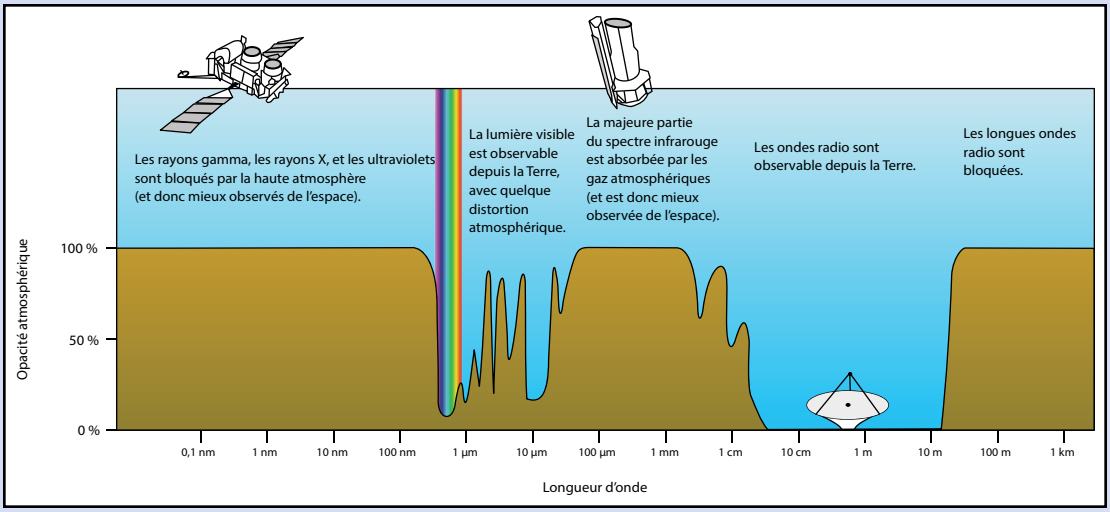
Pour cette raison, presque toutes les mesures SETI sont faites dans les fréquences radio ou optiques. Ces deux régions « valent la peine de regarder ». Les impulsions optiques voyagent sans distorsion dans l'espace entre les étoiles, alors nous les recherchons. Pour que les observateurs de SETI puissent voir ces impulsions, il doit y avoir un laser extrêmement puissant au site de transmission.

Dans le domaine radio, les impulsions sont déformées par une petite quantité de gaz ionisé entre les étoiles. Au lieu d'impulsions, nous recherchons donc généralement des signaux qui utilisent uniquement une plage de fréquences étroite. Ces signaux sont faciles à produire, bien que vous ayez encore besoin d'un puissant émetteur pour qu'elles puissent être détectées de très loin. Pour résumer, dans l'optique nous recherchons des impulsions de courte durée à large fréquence, et en radio, c'est tout le contraire : nous recherchons des ondes de longue durée à fréquences étroites.

PN : Depuis les débuts du projet, SETI utilise de nombreux instruments à la fine pointe de la technologie pour écouter le ciel, et de nombreuses techniques d'avant-garde pour analyser les signaux reçus. Pouvez-vous nous donner un aperçu de ces instruments et de ces méthodes, et nous expliquer les principaux objectifs présents du projet du point de vue des instruments et des techniques ?

GH : Dans le domaine radio, SETI se fait traditionnellement avec de grands instruments à parabole unique comme Parkes, le télescope de Green Bank, et Arecibo. L'idée est simple : il suffit de pointer dans une direction et d'observer les signaux que vous voyez.

À l'Institut SETI, nous sommes les pionniers de l'utilisation d'interféromètres radio pour faire SETI. Notre interféromètre radio (Allen Telescope Array ou ATA) a un grand nombre (42) de petites paraboles (mesurant chacune 6 m de diamètre). Avec cet instrument, nous pouvons regarder dans 1250 directions différentes en même temps, ce


Les rayons gamma, les rayons X, et les ultraviolets sont bloqués par la haute atmosphère (et donc mieux observés de l'espace).
La lumière visible est observable depuis la Terre, avec quelque distortion atmosphérique.
La majeure partie du spectre infrarouge est absorbée par les gaz atmosphériques (et est donc mieux observée de l'espace).
Les ondes radio sont observable depuis la Terre.
Les longues ondes radio sont bloquées.
Opacité atmosphérique
100 %
50 %
0 %
0,1 nm
1 nm
10 nm
100 nm
1 µm
10 µm
100 µm
1 mm
1 cm
10 cm
1 m
10 m
100 m
1 km
Longueur d'onde

Transmission des ondes électromagnétiques de l'espace au sol.

Le Allen Telescope Array à l'Observatoire radio de Hat Creek, en Californie. Photo : Seth Shostak/SETI Institute.

qui est tout à fait remarquable. Pour les enquêtes étendues du ciel, notre instrument fait partie des télescopes les plus puissants de la planète. Nous remplaçons présentement les récepteurs de notre télescope, qui, une fois achevé, permettra d'accroitre notre capacité à rechercher des signaux SETI jusqu'à 100 fois. Cela signifie que si notre télescope actuel pourrait trouver ET en 1000 ans d'observation, notre nouveau télescope pourra trouver ET après seulement 10 ans d'observation.

Déjà en 1963, Charles Townes a suggéré la possibilité de SETI optique. Des recherches SETI optiques ont été réalisées par Stuart Kinsley, Paul Horowitz (Harvard), et des collaborations entre Dan Wertheimer (UCB) et Frank Drake (SETI Institute), entre autres. Ces recherches utilisent de grands télescopes optiques avec plusieurs détecteurs pour rechercher des impulsions laser très courtes. La technologie humaine peut produire des impulsions qui éclipsent notre propre étoile pour de courtes périodes (nano- ou picosecondes). En utilisant plusieurs détecteurs (généralement trois) sur un ou plusieurs télescopes, il est possible de distinguer la lumière laser pulsée de la lumière stellaire, puisque les photons stellaires arrivent rarement en paquets de trois dans un court intervalle de temps. Seules les impulsions laser exciteraient les trois détecteurs à la fois.

PN : SETI fait partie de la révolution dans l'analyse des données qui inspire le concept de science citoyenne, et est également pionnier du projet comme Grid au CERN. Comment ces changements affectent-ils le projet SETI lui-même ? Comment SETI évolue-il par rapport à l'utilisation du Web et l'analyse partagée des données ?

GH : En utilisant l'ATA par exemple, notre réseau produit environ 1 To de données par seconde. Nous sommes incapables de capturer plus de quelques pour cent de ces données, donc la majeure partie de celles-ci est immédiatement perdue à jamais. Nous effectuons une analyse ultra-rapide des signaux sur ces données, à la recherche de trains d'ondes régulières (SETI conventionnel) avec environ 1 Hz de résolution. Ce type d'analyse des données peut être amélioré avec plus de traitement plus rapide.

Avec une vitesse de traitement doublée, nous pouvons étendre notre système pour capter non seulement les signaux sinusoïdaux, mais aussi des signaux avec une structure répétitive. Avec une amélioration d'un facteur 10, nous pourrions rechercher des signaux radio pulsés de courte durée. Il y a littéralement un nombre infini de manières de transmettre un signal, donc nous avons encore un long chemin à parcourir.

Nous étudions actuellement des méthodes d'apprentissage-machine automatique qui s'exécutent sur des superordinateurs à processeurs multiples. Ceci pourrait nous aider à étudier d'autres types de signaux d'une manière plus efficace, en nous concentrant sur les types de signaux qui apparaissent plus régulièrement que les autres.

PN : Il y a des moments particuliers dans l'histoire de SETI. Par exemple, le signal Wow ! du 15 aout 1977. Avez-vous d'autres expériences de ce genre ces dernières années, et quels ont été les moments les plus étonnantes du projet SETI au cours de vos années avec l'Institut ?

GH : Oh ! oui, le signal Wow ! fut une étape importante car il a attiré l'attention sur la possibilité très réelle qu'un signal ET puisse être « transitoire », ou pas permanent. Wow ! a été le premier de ces signaux à être noté et « célébré ».

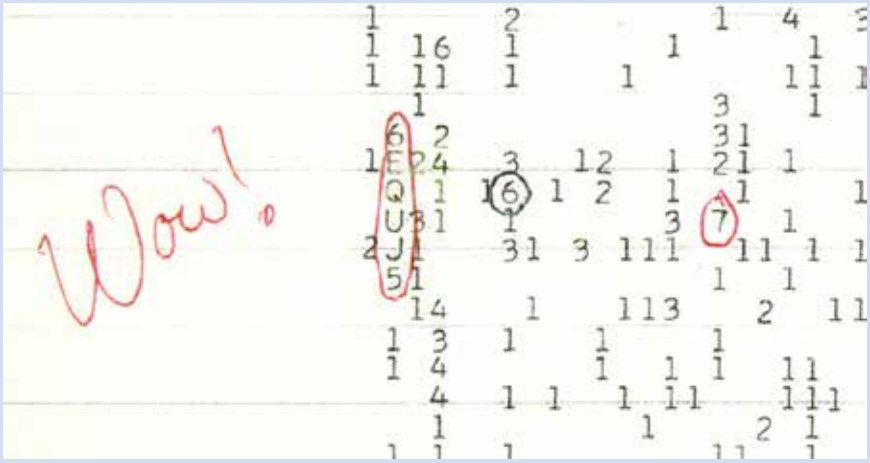
Avec nos détecteurs modernes, on trouve maintenant des signaux au moins aussi intéressants que Wow ! presque à tous les jours. Ce sont des signaux qui apparaissent pendant peu de temps dans notre télescope et passent tous nos tests jusqu'à un certain point. Et puis ces signaux disparaissent. C'est un peu frustrant. Sur des millions de signaux enregistrés, nous pouvons trouver 20 ces signaux en un jour. Il n'y a rien que nous puissions vraiment dire au sujet de ces événements ; ils sont intéressants, mais ils ne correspondent pas à nos critères d'un signal suffisamment persistant pour que nous puissions certifier provenir de l'espace (et pas seulement du bruit radio de la Terre). Alors nous haussons simplement les épaules et passons à autre chose, à la recherche d'un meilleur candidat.

PN : SETI@home fut le premier vrai projet de science citoyenne, et il fut un modèle pour d'autres projets similaires. Au début, beaucoup de personnes ont joint ce projet. Combien de personnes participent à ce projet présentement, et quelle est la tendance de cette participation ?

GH : SETI@home est un projet développé et géré par nos amis, collaborateurs, et parfois concurrents de l'Université de Californie à Berkeley. Ce que l'UCB fait est un peu différent de ce que nous faisons à l'Institut SETI, mais il n'y a pas de doute que l'UCB est un leader mondial dans la recherche SETI. Je crois que SETI@home est toujours bien vivant, et croit continuellement grâce à l'introduction de « astropulse », qui est la recherche automatisée de signaux pulsés. Vous pourrez vérifier avec l'UCB (par exemple, Dan Wertheimer) pour plus de détails.

PN : Ces dernières années et surtout depuis le début de la mission Kepler, les exoplanètes sont devenues l'un des sujets les plus chauds en astronomie. Nous trouvons beaucoup d'entre elles et, surtout, nous en nous avons une meilleure idée de là où elles sont. Est-ce que la découverte d'exoplanètes a une influence sur le projet SETI, et comment ?

GH : La découverte que presque chaque étoile a un système planétaire est une grande justification de la recherche SETI. Dans le passé, SETI a été critiqué par les scientifiques qui croyaient que les systèmes planétaires étaient rares, et que notre recherche était sans espoir. Maintenant, nous savons que les planètes sont partout, et cela nous donne une plus grande source d'inspiration pour continuer notre travail. N'oubliez pas que nous en sommes encore aux débuts d'une recherche approfondie de signaux ET, et qu'on pourrait attendre des années, des décennies, voire même des siècles, avant de découvrir le premier signal ET. Quelle que soit la réponse sur la vie extraterrestre, elle sera très intéressante pour les biologistes, les philosophes, et à peu près chaque personne sur terre.



Le signal Wow ! Crédit : The Ohio State University Radio Observatory and the North American AstroPhysical Observatory (NAAPO). Voir aussi http://www.bigear.org/Wow30th/wow30th.htm

PN : Vous avez récemment terminé la première recherche SETI directe sur les données de Kepler. Avez-vous un plan pour poursuivre une telle recherche spécifique et ciblée du côté des exoplanètes dans le futur ?

GH : Notre recherche dans le champ imagé par Kepler continue, ainsi que notre recherche d'autres exoplanètes. Un avantage est que si nous trouvons un signal ET, nous saurons déjà quelque chose sur l'endroit d'où le signal provient.

Message envoyé en 1974 de l'Observatoire d'Arecibo en direction de l'amas globulaire Messier 13, dans Hercule. Le message prendra environ 25 000 ans à se rendre…

PN : Il y a aussi une démarche active en SETI : trouver des extraterrestres en leur envoyant un message direct, ce qui a soulevé certaines critiques. Que pensez-vous du SETI actif et quelle est votre réponse aux critiques qui disent que même s'il y a des civilisations extraterrestres, il vaut mieux ne pas les contacter avant de bien les connaitre ?

GH : Je crois qu'il y a un juste milieu entre se taire et transmettre un message intentionnel. Nous avons déjà laissé sortir le chat du sac — toute civilisation suffisamment technologique à l'intérieur de 50 à 100 années-lumière peut déjà détecter nos émissions de radio et de télévision, sans parler des puissants radars utilisés dans les aéroports et par les militaires. Comme le temps avance, cette « bulle de détectabilité » s'agrandira sans fin.

Alors qu'en est-il d'envoyer un message intentionnel qui n'est pas plus fort que les signaux ordinaires que nous émettons déjà ? La différence est qu'une civilisation amicale attend peut-être que nous commencions la conversation avant de répondre. D'autre part, si la civilisation n'est pas amicale, nous ne nous rendrions pas plus visibles que nous ne le sommes déjà. Cela pourrait être un point de départ pour le SETI actif dans un proche avenir. Je salue le travail de Doug Vakoch (de l'Institut SETI) pour cette idée et des études récentes liées au SETI actif.

PN : Avez-vous un projet futur de SETI actif ciblant des exoplanètes déjà découvertes ?

GH : Pas encore. Mais je suis ouvert à cela. Nous devons avoir une discussion globale sur les bienfaits potentiels d'une transmission et de la réception d'une réponse. Et que devrions-nous dire, pour nous présenter ?

PN : Les signaux radio sont nos principaux indices pour trouver des civilisations. Mais cela exige que chaque civilisation extraterrestre suffisamment avancée utilise ces ondes radio et électromagnétiques. Peut-on imaginer une technologie alternative pour ces civilisations ?

GH : Pensez aux sens humains : la vue, l'ouïe, l'odorat, le gout, et le toucher. Certains de nos sens ne sont pas très bons pour la communication à longue distance (odorat, gout, toucher). Sans la communication à longue distance, il est difficile d'imaginer une société complexe, qui est nécessaire pour une communication interstellaire. Le langage humain est basé sur l'audition et de la vue (pour de l'information contextuelle). Malheureusement, le son ne se propage pas dans l'espace. Donc, la nature, qui est un très bon ingénieur, a exploré de nombreux sens — et le seul qui nous permette de communiquer entre les étoiles est une généralisation de la vue, qui comprend tout le rayonnement électromagnétique (EM).

Je pourrais mentionner de nombreuses raisons pour expliquer pourquoi d'autres particules chargées, comme les neutrinos ou la matière noire, n'ont pas encore été exploitées par l'homme pour le contact interstellaire (elles posent toutes des problèmes pour nous en ce moment). Peut-être qu'un jour, une autre méthode sera découverte, mais pour l'instant, la communication par la lumière et les ondes radio semble le plus sensée pour un contact interstellaire.

PN : Si nous découvrons un signal fort et confirmé d'une civilisation extraterrestre aujourd'hui, quelle sera la procédure ? Qu'est-ce qui se passe ensuite ? Est-ce que vous annoncez publiquement la nouvelles et le contenu du message ? Ou vous devez le signaler aux organisations spéciales comme l'ONU ou le gouvernement américain ? Y a-t-il un protocole sur comment nous devons composer avec une telle découverte ?

GH : Nous aimerions évidemment garder la communication secrète et la partager seulement avec la National Security Agency (NSA). [rires] Je blague ! Pourquoi un scientifique comme moi voudrait cacher une découverte qui pourrait être gagnante du prix Nobel comme la découverte d'un signal extraterrestre ? Ce serait le couronnement de ma carrière !

Sérieusement, nous en avons fait l'expérience à l'Institut SETI. Nous avons un jour détecté un signal qui s'est avéré être un reflet sur un engin spatial terrien, mais nous avons été bernés pendant près de huit heures, et avons pensé qu'il pourrait s'agir d'une véritable découverte. Moins de six heures après la détection du signal, mon ami Seth Shostak a reçu un appel du New York Times ; quelqu'un avait divulgué l'information avant même que nous ayons la chance de la vérifier ! Seth relate cette histoire dans son livre *Confessions of an Alien Hunter,* que je vous suggère fortement de lire.

Donc, si un signal réel était un jour découvert, vous pourriez vous attendre à lire à son sujet dans votre journal du matin moins de 24 h après sa détection.

PN : Le projet SETI n'était pas censé être une recherche rapide et à court terme, en raison de la taille de l'Univers et de la vitesse limitée de la lumière, qui impliquent que ça pourrait prendre longtemps avant de faire une découverte. Mais en attendant, vous perdez peut-être l'attention et le soutien du public. Quelle est votre expérience récente à ce sujet ? Comment gardez-vous les gens passionnés par ce projet ?

GH : La popularité de SETI a connu des hauts et des bas, alors que nous, à l'Institut SETI, avons observé continuellement depuis des décennies. Il y a toujours assez de gens intelligents qui nous soutiennent pour continuer la recherche, bon an, mal an.

Pour garder les choses intéressantes, nous continuons de réinventer notre recherche. D'une part, la vitesse de celle-ci augmente d'un facteur de 10 tous les six ans, grâce à la loi de Moore. Cela signifie qu'à chaque décennie, nous couvrons au moins 10 fois plus d'étoiles et de fréquences que tout ce qui a été observé durant la décennie précédente. Il y a toutes les raisons d'être optimistes et de supposer que cette décennie puisse être celle dans laquelle nous trouvons un signal. Avec l'introduction du SETI optique et de détecteurs construits pour découvrir de nombreux nouveaux types de signaux radio, nous avançons constamment dans des nouveaux territoires qui n'ont jamais été explorés auparavant. N'importe laquelle de ces recherches pourrait dénicher un signal. Il y a toutes les raisons d'être optimiste quant à notre recherche de cette année, et je pourrais ajouter que cela se passe en ce moment, chaque jour. Aujourd'hui pourrait être le jour.

PN : Si le projet SETI connait un jour le succès, que pensez-vous des effets d'une telle découverte sur nous en tant que race humaine ?

GH : Je pense que la plupart des gens aux États-Unis en sont déjà arrivés à faire la paix avec l'idée qu'il puisse exister d'autres civilisations. En fait, ce n'est pas encore confirmé ; mais si et quand le moment sera venu, la réaction du public sera modeste. Il y aura beaucoup de bruit pendant quelques semaines, puis la race humaine va continuer son petit train-train, avec un peu plus de connaissances sur l'univers.

Peut-être que le résultat le plus intéressant serait que nous ne trouvions pas d'autres civilisations dans notre Galaxie. Si cela était vrai, cela chamboulerait de nombreuses hypothèses scientifiques sur l'homogénéité de l'Univers. Si notre Galaxie a offert autant de possibilités à la vie d'apparaitre, et que celle-ci n'est apparue qu'une seule fois, alors pourquoi est-elle même apparue ? Ce donnerait à réfléchir à tout philosophe scientifique.

PN : Le projet SETI est un projet scientifique et afin de chercher des civilisations, vous participez également au développement des sciences et de la technologie. Voulez-vous expliquer la science et la technologie qui ont été produites directement ou indirectement par le projet SETI ? (Je pose cette question parce que de nombreux critiques considèrent ce projet comme un projet fantastique ou de science-fiction, qui ne joue aucun rôle dans la « vraie science » ; je sais qu'ils ont tort, mais je voudrais savoir ce que vous leur répondez.)

GH : On doit considérer SETI comme une simple branche de l'astronomie. Nous recherchons des galaxies, des étoiles, et des planètes, et dans environ une dizaine d'années nous pourrions être en mesure d'étudier l'atmosphère des planètes. Il revient naturellement à l'astronomie d'étudier aussi le développement de la vie sur d'autres planètes.

La recherche de signes de technologie est juste une façon de voir la vie ailleurs. À l'heure actuelle, SETI est la seule façon par laquelle nous pourrions découvrir de la vie près d'une autre étoile et avoir certains éléments de preuve qu'il existe réellement des processus biologiques en cours.

SETI a permis le développement des spectromètres à transformée de Fourier à large bande passante et à haute résolution les plus rapides du monde. SETI@home a inventé le concept de « foule informatique » [*crowd computing*]. SETI a joué un rôle de premier plan pour attirer de jeunes scientifiques dans le domaine de la radioastronomie, améliorant les fondements de notre société technologique. Et c'est une entreprise qui en vaut la peine.

PN : Quels sont les futurs programmes de SETI et quel est le principal défi auquel SETI est confronté en ce moment ?

GH : Malheureusement, comme beaucoup de domaines de l'astronomie, SETI a toujours le problème du financement de sa recherche. Nous pourrions chercher beaucoup plus rapidement — et, probablement, trouver une autre civilisation beaucoup plus tôt —, mais les budgets restreints signifient que seuls les scientifiques hautement motivés sont prêts à faire les sacrifices nécessaires pour faire SETI.

Outre cela, notre avenir est dépendant des nouveaux développements technologiques. Par exemple, les échantillonneurs multi-GHz commencent à être disponibles à des prix raisonnables, mais même ceux-ci ne pourront pas couvrir la totalité de la bande passante de notre ATA. Il y a des phénomènes astronomiques ou des signaux extraterrestres potentiels qui nécessitent des technologies plus rapides et plus sensibles qui restent à découvrir. Nous sommes vraiment impatients d'étudier l'univers sur des échelles de temps très courtes ou très longues…

PN : Pour conclure, y a-t-il un point important que vous aimeriez partager avec nos lecteurs ?

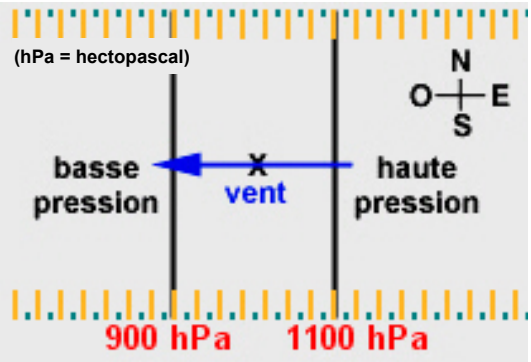
GH : L'Institut SETI est un organisme à but non-lucratif dédié à l'étude de toutes les formes de vie dans l'univers. Outre SETI, les scientifiques de l'institut étudient les étoiles, les planètes, les satellites et leur potentiel pour la vie, ainsi que toute sorte de vie qui n'existe pas sur Terre et comment les éléments de la vie peuvent se former à partir du gaz et des particules interstellaires/interplanétaires. SETI est une petite (mais importante) partie de l'Institut SETI, et j'invite tous vos lecteurs à visiter notre site Web et à en apprendre davantage sur la diversité de la science que nous explorons. AQ

Pour en savoir plus : www.seti.org

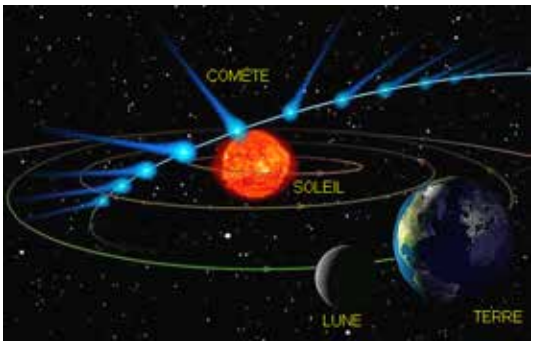
Le vent solaire

Qu'y a-t-il de plus agréable qu'un bon petit vent, l'été lorsqu'il fait chaud ? Cette brise est juste suffisante pour nous rafraichir ; mais il y a aussi le terrible vent d'hiver qui souffle la neige qui tombe, créant des dunes partout, ou encore le vent des tempêtes, celui qui peut tout ravager…

En gros, sur la Terre, les vents sont provoqués par la répartition inégale à la surface de la planète du réchauffement causé par le rayonnement solaire. Ces variations de température agissent sur la pression atmosphérique ; celle-ci pousse l'air d'un endroit où la pression au sol est plus forte (zone de haute pression) vers un endroit où elle est plus faible (zone de basse pression). Ceci crée le vent, qui circule donc du système de haute pression vers le système de basse pression (comme l'indique l'illustration ci-dessous). Sur Terre, nous sommes témoins du vent et de ses effets.



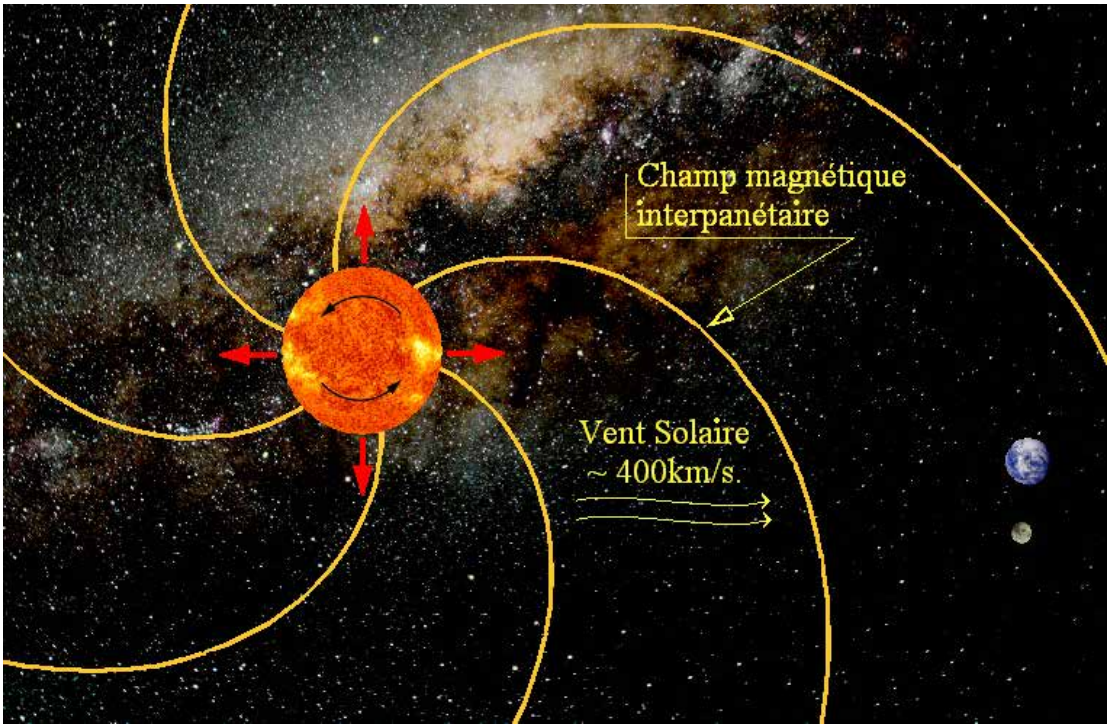
Le vent solaire, quant à lui, est un plasma de gaz constitué essentiellement de protons, d'électrons, de noyaux d'hélium, et d'autres ions (atomes ayant perdu un ou plusieurs électrons). C'est avec l'observation des comètes que l'on a découvert l'existence du vent solaire. À l'approche du Soleil, les comètes subissent une transformation due à l'action du vent solaire et à la chaleur de celui-ci, qui augmente en s'approchant de notre étoile. Ceci crée les longues queues des comètes ; celles-ci sont faites de gaz et de poussières qui s'échappent du noyau solide de la comète. La queue de poussières des comètes est normalement orientée vers l'arrière de la comète et traine dans son sillage, de la même façon que la fumée d'un train à vapeur filant à vive allure. Or il n'en est rien, car la queue d'une comète, généralement double, est toujours orientée dans la direction opposée au Soleil, comme l'indique l'illustration ci-dessous.



Ce phénomène fut expliqué par l'astrophysicien Ludwig Biermann qui en 1951 fut le premier à prévoir l'existence du vent solaire. Biermann démontra que la partie de la queue des comètes, faite de gaz ionisé, est sensible aux particules du même type que celles qui s'échappent continuellement de la surface du Soleil. Ces particules baignent l'ensemble du système solaire, et ce jusqu'aux environs de Pluton. La queue d'une comète est donc orientée dans la même direction que le vent solaire.

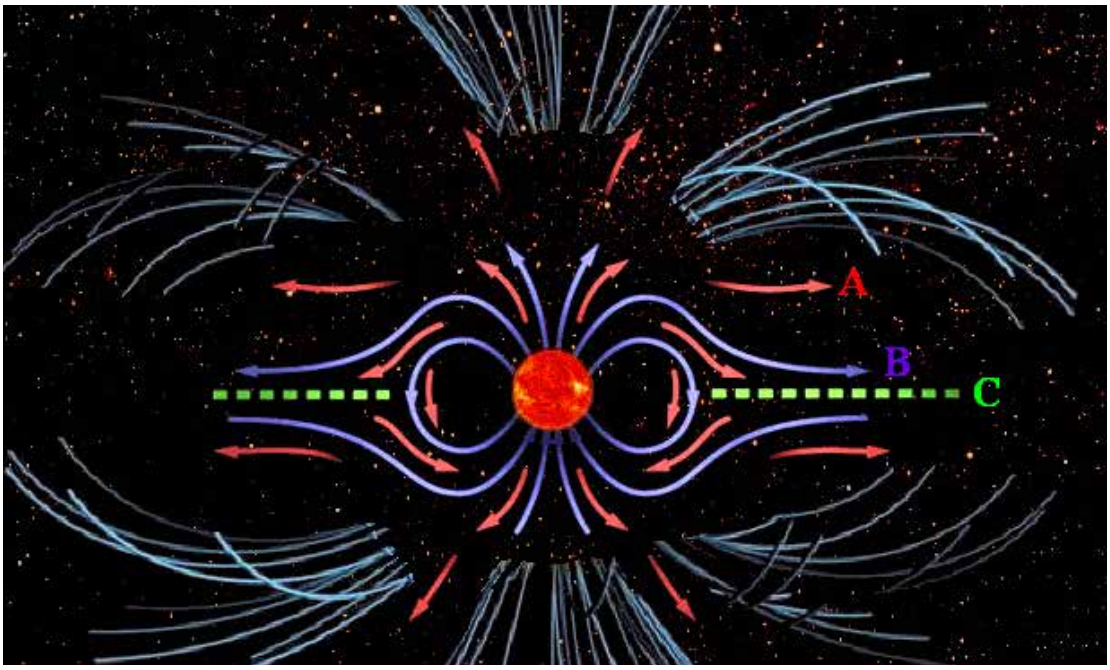
L'origine du vent solaire fut expliquée pour la première fois en 1958 par le physicien américain Eugene Newman Parker. Comme la couronne solaire est constituée de gaz ionisé et que sa température dépasse le million de kelvins, ces particules de plasma subissent une agitation thermique d'électrons. Alors que les électrons sont chargés négativement, ils attirent les ions et les protons chargés positivement, s'échappant ainsi de la gravitation du Soleil pour aller dans l'espace. En somme, c'est comme le vent sur Terre qui est produit par les différentes pressions atmosphériques ; dans la couronne solaire, les particules sont soumises à de fortes pressions, tandis que dans l'espace la pression est moindre. Parker explique dans son modèle que cette différence de pression éjecte le plasma, qui acquiert une vitesse

par Stéphane Lemon



extrême dans la couronne et finit par se stabiliser à près de 400 km/s près de l'orbite de la Terre, voire même au-delà. Le modèle de Parker montre aussi que l'écoulement du vent emporte avec lui une infime partie du champ magnétique solaire. Ceci est à l'origine de l'existence du champ magnétique interplanétaire, dont les lignes dessinent une spirale (dite de Parker) dans le plan de l'écliptique au niveau de l'orbite de la Terre (image ci-dessus).

En réalité, il existe deux types de vent solaire. Le premier est le vent lent, qui se situe dans la zone neutre (ci-dessous), dans laquelle courent parallèlement des lignes de force de polarités magnétiques opposées. Cette zone se situe dans le plan de l'écliptique, proche de l'équateur solaire. Le vent rapide se situe quant à lui hors de la zone neutre, donc aux plus hautes latitudes (±15°). Sa vitesse varie de 500 à 800 km/s car il est principalement influencé par l'activité solaire, contrairement au vent lent qui avoisine les 400 km/s, qui ne semble subir aucune influence de l'activité solaire. Certaines observations du soleil en rayons X montrent des zones, appelées trous coronaux, se situant en général plus près des pôles et qui déplacent des lignes de force susceptibles d'être soufflées par le vent solaire. Ce sont tous ces sursauts du vent solaire rapide et des trous coronaux qui ont des conséquences sur l'environnement du Soleil, dont la Terre. AQ



A / rouge : écoulement du vent solaire.
B / bleu : lignes de force du champ magnétique solaire.
C / vert : limite de la zone neutre séparant les polarités nord et sud.

Références

Figure de l'entête : Illustration d'artiste de la NASA.

Queue de comète : artiste inconnu.

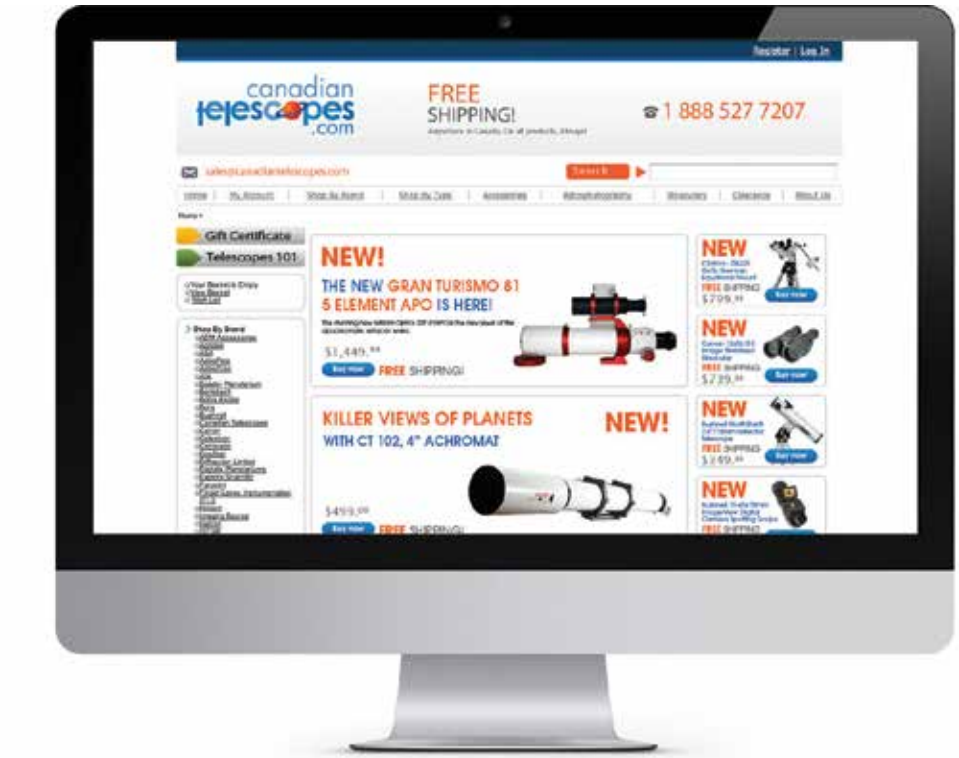
Les images de cette page sont inspirées de http://www.lesia.obspm.fr/plasma/SW/AVES/spip.php?article5

http://fr.wikipedia.org/wiki/Ludwig_Biermann

http://fr.wikipedia.org/wiki/Eugene_Parker

canadian telescopes .com

Le magasin de télescopes du Canada



telescopescanadiens.com

Sans Frais: 1.888.527.7207

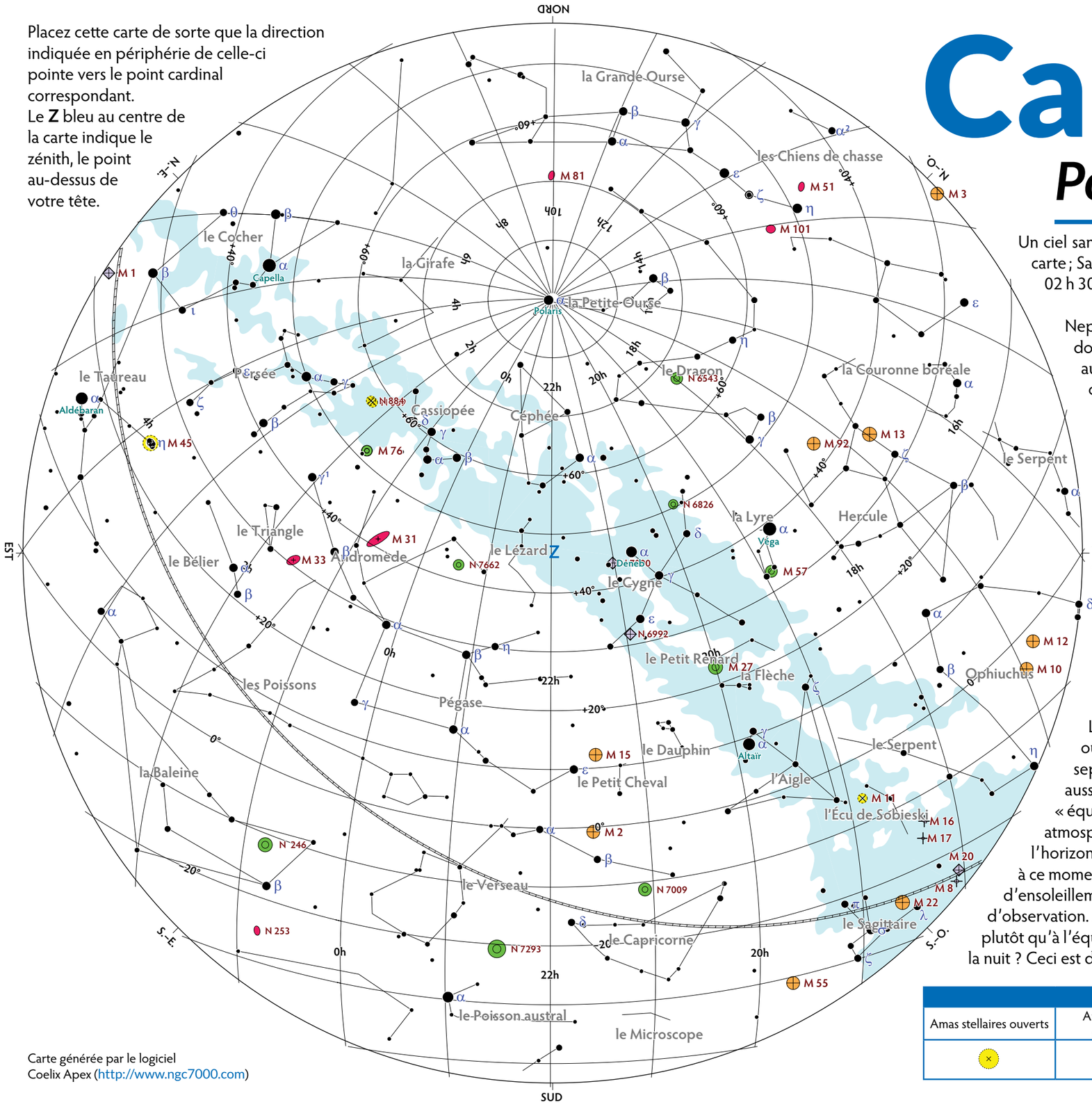
LIVRAISON GRATUITE

partout au Canada, sur tous les produits, en tout temps!

Carte du ciel

Pour le 1er octobre à 22 h HAE

Placez cette carte de sorte que la direction indiquée en périphérie de celle-ci pointe vers le point cardinal correspondant.
Le **Z** bleu au centre de la carte indique le zénith, le point au-dessus de votre tête.



Carte générée par le logiciel Coelix Apex (http://www.ngc7000.com)

Un ciel sans planète « classique » — connue de l'Antiquité — nous attend au moment précis de la carte ; Saturne s'est couchée peu avant 20 h, tandis que Jupiter et Mars se lèveront vers 23 h 45 et 02 h 30, respectivement. Quant à la Lune, elle est presque nouvelle, et ne se lèvera qu'après 04 h.

Neptune arrive presque au sud au moment de la carte, et Uranus y arrivera vers 01 h 45 et est donc au sud-est, mais ces planètes ont été découvertes plus récemment ; Uranus fut trouvée au hasard de l'exploration du ciel par Sir William Herschel en 1781, tandis que Neptune fut observée par Johann Galle à la position calculée par Urbain Le Verrier, en 1846.

La Voie lactée — la bande bleu pâle qui traverse la carte de haut en bas — est encore bien visible, mais son centre, dans le Sagittaire, quitte graduellement le ciel visible ; on ne le reverra qu'à l'été 2014…

L'automne voit cependant le retour de la grande galaxie d'Andromède, M 31, située à la gauche du centre de la carte, et de quelques autres objets de ciel profond qui sont traditionnellement associés à l'hiver, comme la nébuleuse du Crabe, M 1, qui se lève au nord-est, ou le superbe amas ouvert des Pléaïdes, dont on discute ailleurs dans cette édition d'*Astronomie-Québec,* encore bas à l'est-nord-est. C'est aussi le bon temps pour observer les objets qui se situent dans le Verseau ou le Capricorne, deux constellations relativement basses à l'horizon québécois (surtout la deuxième), mais qui recèlent quelques joyaux, comme les nébuleuses Saturne (NGC 7009) et Hélix (NGC 7293), à gauche et à droite du centre, au bas de la carte.

La Terre arrive à l'équinoxe d'automne le 22 septembre à 16 h 44 HAE ; c'est le moment où le Soleil croise l'équateur céleste du nord vers le sud. Cette date varie du 22 au 24 septembre parce que le calendrier n'est pas exactement synchronisé avec la Terre. On dit aussi que c'est le moment où le jour et la nuit sont d'égale durée — la définition même du mot « équinoxe » : *nuit égale* —, mais cela est faux pour diverses raisons. Il y a d'abord la réfraction atmosphérique, qui fait paraître le Soleil plus haut qu'il ne l'est en réalité lorsqu'il est près de l'horizon. Aussi, la définition d'équinoxe considère le passage du *centre du disque solaire* à l'horizon ; à ce moment, il y a tout de même la moitié du Soleil au-dessus de l'horizon, ce qui augmente la durée d'ensoleillement ! Enfin, l'heure du lever et du coucher du Soleil dépend aussi de la latitude du lieu d'observation. Ainsi, vers 45° de latitude nord, le nuit et le jour durent 12 h chacun vers le 25 septembre plutôt qu'à l'équinoxe. Saviez-vous qu'à l'équateur, la durée du jour est toujours plus grande que celle de la nuit ? Ceci est dû encore une fois à la réfraction atmosphérique… AQ

LÉGENDE					
Amas stellaires ouverts	Amas stellaires globulaires	Nébuleuses planétaires	Nébuleuses diffuses	Galaxies	Écliptique

Phénomènes de septembre 2013

J	H	Description du phénomène	Œ	J	T
05	07:36	Nouvelle lune	☼	☼	☼
05	23:59	Rapprochement entre Vénus et Spica (distance topocentrique centre à centre de 1,6°)	✓	✓	—
06	23:59	Maximum de l'étoile variable δ Cep	✓	✓	✓
08	12:21	Rapprochement entre Mars et l'amas ouvert de la Ruche (Messier 44) (distance topocentrique centre à centre de 0,5°)	✓	✓	✓
09	03:07	Pluie de météores : Perséides de septembre (5 météores/heure au zénith ; durée de 16 jours)	✓	✗	✗
12	00:08	Minimum de l'étoile variable β Lyr	✓	✓	✓
12	13:08	Premier quartier de la Lune	✓	✓	✓
13	04:45	Minimum de l'étoile variable Algol (β Per)	✓	✓	✓
13	16:21	Opposition de l'astéroïde (324) Bamberga avec le Soleil (distance au Soleil de 1,81 au ; magnitude 8,1)	✗	—	—
13	21:29 Montréal 21:31 Québec	Rapprochement entre la Lune et Pluton (distance topocentrique centre à centre de 0,6°)	✗	✗	?
15	12:34	Lune au périgée (distance géocentrique 367 391 km)	—	—	—
16	01:34	Minimum de l'étoile variable Algol (β Per)	✓	✓	✓
17	03:49 Québec 03:52 Montréal	Début de l'occultation de 46 Cap (magnitude 5,10)	✗	?	?
18	03:07 Montréal 03:10 Québec	Début de l'occultation de 63 κ Aqr (magnitude 5,04)	✗	?	?
18	03:50 Québec 03:51 Montréal	Fin de l'occultation de 63 κ Aqr (magnitude 5,04)	✗	?	?
18	11:46	Rapprochement entre Vénus et Saturne (distance topocentrique centre à centre de 3,5°)	✓	✓	✗
18	22:22	Minimum de l'étoile variable Algol (β Per)	✓	✓	✓
19	07:13	Pleine lune	✓	✓	—
20	19:58 Montréal 19:59 Québec	Fin de l'occultation de 71 ε Psc (magnitude 4,27)	✗	?	✓
21	19:11	Minimum de l'étoile variable Algol (β Per)	✓	✓	✓
22	16:44	Équinoxe d'automne	—	—	—
23	02:22	Maximum de l'étoile variable δ Cep	✓	✓	✓
23	22:36	Maximum de l'étoile variable η Aql	✓	✓	✓
24	21:00	Mercure à son aphélie (distance au Soleil de 0,4667 au)	—	—	—
24	21:51	Rapprochement entre Mercure et Spica (distance topocentrique centre à centre de 0,7°)	?	✓	✓
24	22:12	Rapprochement entre la Lune et Aldébaran (distance topocentrique centre à centre de 2,0°)	✓	✓	✓
24	22:44	Minimum de l'étoile variable β Lyr	✓	✓	✓
25	00:42	Opposition de l'astéroïde (89) Julia avec le Soleil (distance au Soleil de 2,087 au ; magnitude 9,2)	✗	?	✓
26	23:56	Dernier quartier de la Lune	✓	✓	✓
27	14:17	Lune à l'apogée (distance géocentrique 404 308 km)	—	—	—
28	03:04 Québec 03:05 Montréal	Rapprochement entre la Lune et Jupiter (distance topocentrique centre à centre de 5,3°)	✓	?	✗
30	04:27 Montréal 04:30 Québec	Début de l'occultation de 60 Cnc (magnitude 5,44)	✗	?	✓
30	05:29 Montréal 05:31 Québec	Fin de l'occultation de 60 Cnc (magnitude 5,44)	✗	?	✓

LÉGENDE DES TABLEAUX

— Phénomène visible mais peu intéressant
? Phénomène visible mais difficilement
✓ Phénomène bien visible
✗ Phénomène invisible
☼ Phénomène trop rapproché du Soleil pour être visible

Le 30 septembre, il s'agit en fait d'une occultation de (passage de la Lune devant) l'amas ouvert Messier 67, dans le Cancer. Ce sera un évènement assez spectaculaire aux jumelles ou au télescope, et d'un certain intérêt à l'œil nu si vous observez sous un ciel bien noir…

Phénomènes d'octobre 2013

J	H	Description du phénomène	Œ	J	T
02	21:12	Opposition de l'astéroïde (44) Nysa avec le Soleil (distance au Soleil de 2,466 au ; magnitude 10,0)	✗	?	—
03	05:29	Transits multiples sur Jupiter : deux satellites et une ombre de satellite	✗	✗	✓
03	06:26	Minimum de l'étoile variable Algol (β Per)	✓	✓	✓
03	10:10	Opposition d'Uranus avec le Soleil	?	—	—
03	19:00	Vénus à l'aphélie (distance au Soleil de 0,728 23 au)	—	—	—
03	19:57	Maximum de l'étoile variable δ Cep	✓	✓	✓
04	20:35	Nouvelle lune	☼	☼	☼
05	18:12 Québec 18:13 Montréal	Début de l'occultation de 67 α Vir (Spica) (magnitude 0,98)	✓	✓	✓
06	03:15	Minimum de l'étoile variable Algol (β Per)	✓	✓	✓
07	21:20	Minimum de l'étoile variable β Lyr	✓	✓	✓
08	10:30	Pluie de météores : Draconides (durée de 4 jours)	✓	✗	✗
08	11:46	Rapprochement entre Mercure et Saturne (distance topocentrique centre à centre de 5,0°)	✓	✓	✗
09	00:00	Plus grande élongation est de Mercure (25,2°)	—	—	—
09	00:03	Minimum de l'étoile variable Algol (β Per)	✓	✓	✓
09	04:44	Maximum de l'étoile variable δ Cep	✓	✓	✓
10	01:26	Pluie de météores : Taurides Sud (5 météores/heure au zénith ; durée de 70 jours)	✓	✗	✗
10	19:06	Lune au périgée (distance géocentrique de 369 814 km)	—	—	—
11	01:37	Pluie de météores : Delta Aurigides (2 météores/heure au zénith ; durée de 8 jours)	✓	✗	✗
11	19:02	Premier quartier de la lune	✓	✓	✓
11	20:47 Montréal 20:49 Québec	Début de l'occultation de 44 ρ^1 Sgr (magnitude 3,92)	?	✓	✓
11	20:52	Minimum de l'étoile variable Algol (β Per)	✓	✓	✓
11	21:57 Montréal 21:58 Québec	Fin de l'occultation de 44 ρ^1 Sgr (magnitude 3,92)	?	?	✓
12	00:34	Transits multiples sur Jupiter : trois ombres de satellites	✗	✗	✓
12	01:51	Transits multiples sur Jupiter : un satellite et deux ombres de satellites	✗	✗	✓
12	02:06	Transits multiples sur Jupiter : deux satellites et une ombre de satellite	✗	✗	✓
12	21:35 Montréal 21:38 Québec	Début de l'occultation de 9 β^1 Cap (Dabih) (magnitude 3,05)	?	✓	✓
12	22:45 Montréal 22:46 Québec	Fin de l'occultation de 9 β^1 Cap (Dabih) (magnitude 3,05)	?	?	✓
14	21:36 Montréal 21:41 Québec	Rapprochement entre la Lune et Neptune (distance topocentrique centre à centre de 4,8°)	✗	?	—
15	07:23	Rapprochement entre Mars et Régulus (distance topocentrique centre à centre de 0,9°)	✓	✓	✓
16	17:59	Rapprochement entre Vénus et Antarès (distance topocentrique centre à centre de 1,5°)	✓	✓	✓
18	03:18	Pluie de météores : Epsilon Géminides (3 météores/heure au zénith ; durée de 13 jours)	✓	✗	✗
18	06:27 Québec 06:37 Montréal	Début de l'occultation de 71 ε Psc (magnitude 4,27)	✗	?	✓
18	06:39	Fin de l'occultation de 71 ε Psc (magnitude 4,27)	✗	?	✓
18	19:37	Pleine lune (éclipse de Lune par la pénombre entièrement visible du Québec)	—	—	—
19	02:27	Transits multiples sur Jupiter : deux ombres de satellites	✗	✗	✓
19	03:44	Transits multiples sur Jupiter : un satellite et deux ombres de satellites	✗	✗	✓
19	04:42	Transits multiples sur Jupiter : deux satellites et une ombre de satellite	✗	✗	✓
19	22:19	Maximum de l'étoile variable δ Cep	✓	✓	✓
20	00:45	Maximum de l'étoile variable ζ Gem	✓	✓	✓
20	01:17	Opposition de l'astéroïde (42) Isis avec le Soleil (distance au Soleil de 2,126 au ; magnitude 9,9)	✗	—	—
20	19:55	Minimum de l'étoile variable β Lyr	✓	✓	✓
21	03:47	Pluie de météores : Orionides (20 météores/heure au zénith ; durée de 36 jours)	✓	✗	✗
22	21:35 Montréal 21:36 Québec	Début de l'occultation de 104 Tau (magnitude 4,91)	✗	?	✓
22	22:11 Montréal 22:14 Québec	Fin de l'occultation de 104 Tau (magnitude 4,91)	✗	?	✓
24	04:16	Pluie de météores : Leo Minorides (2 météores/heure au zénith ; durée de 8 jours)	✓	✗	✗
25	07:07	Maximum de l'étoile variable δ Cep	✓	✓	✓
25	10:25	Lune à l'apogée (distance géocentrique de 404 557 km)	—	—	—
26	04:39	Transits multiples sur Jupiter : deux ombres de satellites	✗	✗	✓
26	04:56	Minimum de l'étoile variable Algol (β Per)	✓	✓	✓
26	05:35	Transits multiples sur Jupiter : un satellite et deux ombres de satellites	✗	✗	✓
26	19:41	Dernier quartier de la lune	✓	✓	✓
28	06:13 Montréal 06:17 Québec	Début de l'occultation de 2 ω Leo (magnitude 5,40)	✗	?	✓
29	01:45	Minimum de l'étoile variable Algol (β Per)	✓	✓	✓
29	19:52	Maximum de l'étoile variable η Aql	✓	✓	✓
30	04:21	Maximum de l'étoile variable ζ Gem	✓	✓	✓
30	21:09	Opposition de l'astéroïde (10) Hygiea avec le Soleil (distance au Soleil de 3,479 au ; magnitude 10,3)	✗	?	—
31	19:06	Opposition de l'astéroïde (20) Massalia avec le Soleil (distance au Soleil de 2,224 au ; magnitude 8,7)	✗	?	—
31	22:34	Minimum de l'étoile variable Algol (β Per)	✓	✓	✓

LÉGENDE DES TABLEAUX

— Phénomène visible mais peu intéressant

? Phénomène visible mais difficilement

✓ Phénomène bien visible

✗ Phénomène invisible

☼ Phénomène trop rapproché du Soleil pour être visible

Le Soleil en septembre et octobre

Date		Données générales						Montréal (73° 30′ O, 45° 36′ N)						Québec (71° 18″ O, 46° 48′ N)					
		$\alpha_{2000.0}$ topocentr.	$\delta_{2000.0}$ topocentr.	Const.	Dist. ⊕ au	Diam. ″	Équation du temps	Haut. max.	Aurore h:min	Lever h:min	Passage h:min	Coucher h:min	Crépusc. h:min	Haut. max.	Aurore h:min	Lever h:min	Passage h:min	Coucher h:min	Crépusc. h:min
SEPTEMBRE	01	10 h 41 min 24,09 s	+08° 17′ 22″	Leo	1,0092	1902	+00 min 03 s	52,6°	03:29	05:16	11:54	18:31	20:17	51,4°	03:16	05:05	11:45	18:24	20:13
	02	10 h 45 min 02,04 s	+07° 55′ 33″	Leo	1,0090	1902	−00 min 16 s	52,3°	03:31	05:17	11:54	18:29	20:15	51,1°	03:17	05:06	11:45	18:22	20:11
	03	10 h 48 min 39,06 s	+07° 33′ 36″	Leo	1,0088	1903	−00 min 36 s	51,9°	03:32	05:18	11:53	18:28	20:13	50,7°	03:19	05:08	11:44	18:20	20:08
	04	10 h 52 min 16,06 s	+07° 11′ 32″	Leo	1,0085	1903	−00 min 55 s	51,5°	03:34	05:19	11:53	18:26	20:10	50,3°	03:21	05:09	11:44	18:18	20:06
	05	10 h 55 min 53,03 s	+06° 49′ 21″	Leo	1,0083	1904	−01 min 15 s	51,1°	03:36	05:20	11:53	18:24	20:08	49,9°	03:23	05:10	11:44	18:16	20:03
	06	10 h 59 min 29,08 s	+06° 27′ 03″	Leo	1,0080	1904	−01 min 35 s	50,8°	03:37	05:22	11:52	18:22	20:06	49,6°	03:24	05:12	11:43	18:14	20:01
	07	11 h 03 min 06,01 s	+06° 04′ 39″	Leo	1,0078	1904	−01 min 56 s	50,4°	03:39	05:23	11:52	18:20	20:04	49,2°	03:26	05:13	11:43	18:12	19:59
	08	11 h 06 min 42,02 s	+05° 42′ 09″	Leo	1,0075	1905	−02 min 16 s	50,0°	03:40	05:24	11:52	18:18	20:01	48,8°	03:28	05:14	11:43	18:10	19:56
	09	11 h 10 min 18,01 s	+05° 19′ 34″	Leo	1,0073	1905	−02 min 37 s	49,6°	03:42	05:25	11:51	18:16	19:59	48,4°	03:29	05:16	11:42	18:08	19:54
	10	11 h 13 min 53,09 s	+04° 56′ 53″	Leo	1,0070	1906	−02 min 58 s	49,3°	03:44	05:27	11:51	18:14	19:57	48,1°	03:31	05:17	11:42	18:06	19:52
	11	11 h 17 min 29,05 s	+04° 34′ 07″	Leo	1,0067	1906	−03 min 19 s	48,9°	03:45	05:28	11:51	18:12	19:55	47,7°	03:33	05:18	11:42	18:04	19:49
	12	11 h 21 min 05,00 s	+04° 11′ 16″	Leo	1,0065	1907	−03 min 40 s	48,5°	03:47	05:29	11:50	18:10	19:52	47,3°	03:34	05:19	11:41	18:02	19:47
	13	11 h 24 min 40,03 s	+03° 48′ 21″	Leo	1,0062	1907	−04 min 01 s	48,1°	03:48	05:30	11:50	18:09	19:50	46,9°	03:36	05:21	11:41	18:00	19:45
	14	11 h 28 min 15,06 s	+03° 25′ 22″	Leo	1,0059	1908	−04 min 22 s	47,7°	03:50	05:31	11:49	18:07	19:48	46,5°	03:38	05:22	11:41	17:58	19:42
	15	11 h 31 min 50,07 s	+03° 02′ 20″	Leo	1,0056	1908	−04 min 44 s	47,4°	03:51	05:33	11:49	18:05	19:46	46,2°	03:39	05:23	11:40	17:56	19:40
	16	11 h 35 min 25,08 s	+02° 39′ 14″	Leo	1,0054	1909	−05 min 05 s	47,0°	03:53	05:34	11:49	18:03	19:43	45,8°	03:41	05:25	11:40	17:54	19:38
	17	11 h 39 min 00,09 s	+02° 16′ 05″	Vir	1,0051	1910	−05 min 27 s	46,6°	03:54	05:35	11:48	18:01	19:41	45,4°	03:42	05:26	11:40	17:52	19:35
	18	11 h 42 min 36,00 s	+01° 52′ 54″	Vir	1,0048	1910	−05 min 48 s	46,2°	03:56	05:36	11:48	17:59	19:39	45,0°	03:44	05:27	11:39	17:50	19:33
	19	11 h 46 min 11,01 s	+01° 29′ 40″	Vir	1,0045	1911	−06 min 09 s	45,8°	03:57	05:38	11:48	17:57	19:37	44,6°	03:45	05:28	11:39	17:48	19:31
	20	11 h 49 min 46,02 s	+01° 06′ 24″	Vir	1,0043	1911	−06 min 31 s	45,4°	03:59	05:39	11:47	17:55	19:35	44,2°	03:47	05:30	11:39	17:46	19:29
	21	11 h 53 min 21,04 s	+00° 43′ 06″	Vir	1,0040	1912	−06 min 52 s	45,0°	03:59	05:40	11:47	17:53	19:33	43,8°	03:49	05:31	11:38	17:44	19:27
	22	11 h 56 min 56,07 s	+00° 19′ 47″	Vir	1,0037	1912	−07 min 13 s	44,7°	04:01	05:41	11:47	17:51	19:31	43,5°	03:50	05:32	11:38	17:42	19:24
	23	12 h 00 min 32,01 s	−0° 03′ 34″	Vir	1,0034	1913	−07 min 34 s	44,3°	04:03	05:43	11:46	17:49	19:29	43,1°	03:52	05:34	11:37	17:40	19:22
	24	12 h 04 min 07,06 s	−0° 26′ 55″	Vir	1,0032	1913	−07 min 55 s	43,9°	04:04	05:44	11:46	17:47	19:26	42,7°	03:53	05:35	11:37	17:38	19:20
	25	12 h 07 min 43,03 s	−0° 50′ 17″	Vir	1,0029	1914	−08 min 16 s	43,5°	04:06	05:45	11:46	17:45	19:24	42,3°	03:55	05:36	11:37	17:36	19:18
	26	12 h 11 min 19,01 s	−1° 13′ 39″	Vir	1,0026	1914	−08 min 37 s	43,1°	04:07	05:46	11:45	17:43	19:22	41,9°	03:56	05:38	11:36	17:34	19:16
	27	12 h 14 min 55,02 s	−1° 37′ 01″	Vir	1,0023	1915	−08 min 57 s	42,7°	04:08	05:48	11:45	17:41	19:20	41,5°	03:58	05:39	11:36	17:32	19:13
	28	12 h 18 min 31,05 s	−2° 00′ 22″	Vir	1,0021	1915	−09 min 18 s	42,3°	04:10	05:49	11:45	17:39	19:18	41,1°	03:59	05:40	11:36	17:30	19:11
	29	12 h 22 min 08,01 s	−2° 23′ 42″	Vir	1,0018	1916	−09 min 38 s	41,9°	04:11	05:50	11:44	17:38	19:16	40,7°	04:00	05:42	11:35	17:28	19:09
	30	12 h 25 min 44,08 s	−2° 47′ 01″	Vir	1,0015	1916	−09 min 58 s	41,5°	04:13	05:51	11:44	17:36	19:14	40,3°	04:02	05:43	11:35	17:26	19:07
OCTOBRE	01	12 h 29 min 21,09 s	−3° 10′ 18″	Vir	1,0012	1917	−10 min 17 s	41,2°	04:14	05:53	11:44	17:34	19:12	40,0°	04:03	05:44	11:35	17:24	19:05
	02	12 h 32 min 59,03 s	−3° 33′ 33″	Vir	1,0009	1917	−10 min 37 s	40,8°	04:15	05:54	11:43	17:32	19:10	39,6°	04:05	05:46	11:34	17:22	19:03
	03	12 h 36 min 37,00 s	−3° 56′ 46″	Vir	1,0007	1918	−10 min 56 s	40,4°	04:17	05:55	11:43	17:30	19:08	39,2°	04:06	05:47	11:34	17:21	19:01
	04	12 h 40 min 15,00 s	−4° 19′ 56″	Vir	1,0004	1919	−11 min 14 s	40,0°	04:18	05:56	11:43	17:28	19:06	38,8°	04:08	05:48	11:34	17:19	18:59
	05	12 h 43 min 53,04 s	−4° 43′ 04″	Vir	1,0001	1919	−11 min 33 s	39,6°	04:19	05:58	11:42	17:26	19:04	38,4°	04:09	05:50	11:34	17:17	18:57
	06	12 h 47 min 32,01 s	−5° 06′ 07″	Vir	0,9998	1920	−11 min 51 s	39,2°	04:21	05:59	11:42	17:24	19:02	38,0°	04:10	05:51	11:33	17:15	18:55
	07	12 h 51 min 11,02 s	−5° 29′ 07″	Vir	0,9995	1920	−12 min 08 s	38,8°	04:22	06:00	11:42	17:22	19:01	37,6°	04:12	05:52	11:33	17:13	18:53
	08	12 h 54 min 50,08 s	−5° 52′ 02″	Vir	0,9992	1921	−12 min 25 s	38,5°	04:23	06:02	11:41	17:21	18:59	37,3°	04:13	05:54	11:33	17:11	18:51
	09	12 h 58 min 30,07 s	−6° 14′ 53″	Vir	0,9989	1921	−12 min 42 s	38,1°	04:25	06:03	11:41	17:19	18:57	36,9°	04:15	05:55	11:32	17:09	18:49
	10	13 h 02 min 11,01 s	−6° 37′ 39″	Vir	0,9986	1922	−12 min 58 s	37,7°	04:26	06:04	11:41	17:17	18:55	36,5°	04:16	05:56	11:32	17:07	18:47
	11	13 h 05 min 51,09 s	−7° 00′ 19″	Vir	0,9983	1922	−13 min 14 s	37,3°	04:27	06:05	11:41	17:15	18:53	36,1°	04:17	05:58	11:32	17:05	18:45
	12	13 h 09 min 33,02 s	−7° 22′ 54″	Vir	0,9980	1923	−13 min 30 s	36,9°	04:28	06:07	11:40	17:13	18:51	35,7°	04:19	05:59	11:32	17:03	18:44
	13	13 h 13 min 15,00 s	−7° 45′ 23″	Vir	0,9978	1924	−13 min 44 s	36,6°	04:30	06:08	11:40	17:12	18:50	35,4°	04:20	06:01	11:31	17:01	18:42
	14	13 h 16 min 57,02 s	−8° 07′ 45″	Vir	0,9975	1924	−13 min 59 s	36,2°	04:31	06:09	11:40	17:10	18:48	35,0°	04:21	06:02	11:31	16:59	18:40
	15	13 h 20 min 40,00 s	−8° 30′ 00″	Vir	0,9972	1925	−14 min 13 s	35,8°	04:32	06:11	11:40	17:08	18:46	34,6°	04:23	06:03	11:31	16:58	18:38
	16	13 h 24 min 23,04 s	−8° 52′ 08″	Vir	0,9969	1925	−14 min 26 s	35,5°	04:34	06:12	11:40	17:06	18:44	34,3°	04:24	06:05	11:31	16:56	18:36
	17	13 h 28 min 07,02 s	−9° 14′ 08″	Vir	0,9966	1926	−14 min 38 s	35,1°	04:35	06:13	11:39	17:04	18:43	33,9°	04:25	06:06	11:31	16:54	18:35
	18	13 h 31 min 51,07 s	−9° 36′ 00″	Vir	0,9963	1926	−14 min 51 s	34,7°	04:36	06:15	11:39	17:03	18:41	33,5°	04:27	06:08	11:30	16:52	18:33
	19	13 h 35 min 36,08 s	−9° 57′ 44″	Vir	0,9960	1927	−15 min 02 s	34,4°	04:37	06:16	11:39	17:01	18:39	33,2°	04:28	06:09	11:30	16:50	18:31
	20	13 h 39 min 22,05 s	−10° 19′ 20″	Vir	0,9958	1927	−15 min 13 s	34,0°	04:39	06:17	11:39	16:59	18:38	32,8°	04:29	06:10	11:30	16:49	18:30
	21	13 h 43 min 08,09 s	−10° 40′ 46″	Vir	0,9955	1928	−15 min 23 s	33,6°	04:40	06:19	11:39	16:58	18:36	32,4°	04:31	06:12	11:30	16:47	18:28
	22	13 h 46 min 55,09 s	−11° 02′ 03″	Vir	0,9952	1929	−15 min 32 s	33,3°	04:41	06:20	11:38	16:56	18:35	32,1°	04:32	06:13	11:30	16:45	18:26
	23	13 h 50 min 43,06 s	−11° 23′ 10″	Vir	0,9949	1929	−15 min 41 s	32,9°	04:43	06:22	11:38	16:54	18:33	31,7°	04:33	06:15	11:30	16:44	18:25
	24	13 h 54 min 32,00 s	−11° 44′ 06″	Vir	0,9947	1930	−15 min 49 s	32,6°	04:44	06:23	11:38	16:53	18:32	31,4°	04:35	06:16	11:29	16:42	18:23
	25	13 h 58 min 21,01 s	−12° 04′ 52″	Vir	0,9944	1930	−15 min 57 s	32,2°	04:45	06:24	11:38	16:51	18:30	31,0°	04:36	06:18	11:29	16:40	18:22
	26	14 h 02 min 11,00 s	−12° 25′ 28″	Vir	0,9941	1931	−16 min 03 s	31,9°	04:46	06:26	11:38	16:50	18:29	30,7°	04:37	06:19	11:29	16:39	18:20
	27	14 h 06 min 01,06 s	−12° 45′ 51″	Vir	0,9939	1931	−16 min 09 s	31,6°	04:48	06:27	11:38	16:48	18:27	30,4°	04:39	06:21	11:29	16:37	18:19
	28	14 h 09 min 53,00 s	−13° 06′ 03″	Vir	0,9936	1932	−16 min 14 s	31,2°	04:49	06:28	11:38	16:46	18:26	30,0°	04:40	06:22	11:29	16:35	18:17
	29	14 h 13 min 45,01 s	−13° 26′ 03″	Vir	0,9933	1932	−16 min 19 s	30,9°	04:50	06:30	11:38	16:45	18:25	29,7°	04:41	06:23	11:29	16:34	18:16
	30	14 h 17 min 38,00 s	−13° 45′ 50″	Vir	0,9931	1933	−16 min 22 s	30,6°	04:51	06:31	11:38	16:43	18:23	29,4°	04:43	06:25	11:29	16:32	18:14
	31	14 h 21 min 31,07 s	−14° 05′ 24″	Vir	0,9928	1933	−16 min 25 s	30,2°	04:53	06:33	11:38	16:42	18:22	29,0°	04:44	06:26	11:29	16:31	18:13

La Lune en septembre et octobre

Date		Données générales					Montréal (73° 30′ O, 45° 36′ N)								Québec (71° 18″ O, 46° 48′ N)							
		Const.	Dist. ⊕ km	Âge j:h:min	Magn. mV	Illum. %	$\alpha_{2000.0}$ topocentr.	$\delta_{2000.0}$ topocentr.	Diam. ″	Élong. °	Sépar. °	Haut. max.	Lever h:min	Passage h:min	Couch. h:min	$\alpha_{2000.0}$ topocentr.	$\delta_{2000.0}$ topocentr.	Diam. ″	Élong. °	Sépar. °	Haut. max.	Lever h:min	Passage h:min	Couch. h:min
SEPTEMBRE	01	Gem	405 480	25:07:09	−9,88	16,7	07:26:56,08	+16° 25′ 56″	1768	47,8° O	48,1°	60,6°	01:28	08:54	16:14	07:26:58,00	+16° 25′ 39″	1769	47,8° O	48,1°	59,4°	01:16	08:45	16:08
	02	Cnc	404 522	26:07:09	−9,48	10,2	08:15:18,06	+13° 59′ 23″	1772	36,8° O	37,2°	58,1°	02:27	09:40	16:46	08:15:21,00	+13° 59′ 00″	1773	36,8° O	37,2°	56,9°	02:15	09:31	16:39
	03	Cnc	402 729	27:07:09	−9,04	5,2	09:03:01,08	+10° 54′ 11″	1780	25,7° O	26,3°	55,0°	03:27	10:26	17:15	09:03:05,03	+10° 53′ 41″	1781	25,7° O	26,3°	53,8°	03:16	10:17	17:08
	04	Leo	400 297	28:07:09	−8,55	1,8	09:50:19,06	+07° 17′ 20″	1791	14,4° O	15,4°	51,3°	04:29	11:11	17:43	09:50:24,01	+07° 16′ 42″	1792	14,4° O	15,3°	50,2°	04:19	11:02	17:34
	05	Sex	397 416	29:07:09	−8,07	0,3	10:37:32,07	+03° 17′ 04″	1804	2,9° O	5,8°	47,3°	05:33	11:56	18:10	10:37:38,01	+03° 16′ 20″	1805	2,9° O	5,8°	46,1°	05:23	11:47	18:01
	06	Leo	394 252	00:17:24	−8,29	0,7	11:25:07,09	−00° 57′ 10″	1819	8,8° E	9,8°	43,0°	06:38	12:42	18:37	11:25:14,00	−00° 57′ 59″	1819	8,8° E	9,8°	41,8°	06:29	12:33	18:27
	07	Vir	390 932	01:17:24	−8,86	3,3	12:13:36,00	−05° 14′ 41″	1834	20,6° E	20,9°	38,7°	07:44	13:29	19:06	12:13:42,07	−05° 15′ 32″	1834	20,7° E	21,0°	37,5°	07:36	13:20	18:56
	08	Vir	387 541	02:17:24	−9,40	8,0	13:03:29,03	−09° 23′ 30″	1850	32,7° E	32,8°	34,5°	08:51	14:18	19:38	13:03:36,03	−09° 24′ 19″	1850	32,7° E	32,8°	33,3°	08:44	14:09	19:27
	09	Vir	384 130	03:17:24	−9,89	14,7	13:55:16,09	−13° 10′ 33″	1866	44,9° E	44,9°	30,6°	09:59	15:10	20:14	13:55:24,00	−13° 11′ 18″	1866	45,0° E	45,0°	29,4°	09:53	15:01	20:02
	10	Lib	380 730	04:17:24	−10,34	23,1	14:49:19,07	−16° 21′ 58″	1883	57,4° E	57,4°	27,3°	11:07	16:04	20:56	14:49:26,06	−16° 22′ 36″	1883	57,4° E	57,4°	26,1°	11:01	15:55	20:44
	11	Lib	377 378	05:17:24	−10,74	33,0	15:45:42,04	−18° 43′ 59″	1900	70,0° E	70,0°	24,9°	12:13	17:00	21:46	15:45:48,06	−18° 44′ 27″	1899	70,0° E	70,0°	23,7°	12:07	16:51	21:33
	12	Oph	374 142	06:17:24	−11,10	43,9	16:44:07,06	−20° 04′ 13″	1916	82,8° E	82,8°	23,4°	13:14	17:58	22:43	16:44:12,07	−20° 04′ 33″	1915	82,8° E	82,8°	22,3°	13:09	17:49	22:30
	13	Sgr	371 141	07:17:24	−11,42	55,2	17:43:54,03	−20° 13′ 44″	1932	95,8° E	95,8°	23,2°	14:09	18:57	23:47	17:43:57,09	−20° 13′ 59″	1931	95,8° E	95,8°	22,0°	14:04	18:47	23:34
	14	Sgr	368 551	08:17:24	−11,71	66,4	18:44:05,06	−19° 08′ 58″	1945	109,1° E	109,0°	24,2°	14:57	19:54		18:44:07,05	−19° 09′ 12″	1944	109,1° E	109,0°	23,0°	14:51	19:45	
	15	Sgr	366 596	09:17:24	−11,96	76,9	19:43:43,03	−16° 52′ 55″	1956	122,5° E	122,4°	26,4°	15:39	20:51	00:57	19:43:43,04	−16° 53′ 13″	1955	122,5° E	122,4°	25,3°	15:33	20:41	00:45
	16	Aqr	365 517	10:17:24	−12,18	85,9	20:42:04,00	−13° 35′ 04″	1961	136,0° E	135,8°	29,7°	16:16	21:45	02:10	20:42:02,02	−13° 35′ 29″	1960	136,0° E	135,8°	28,5°	16:09	21:36	01:58
	17	Cap	365 530	11:17:24	−12,37	93,0	21:38:46,09	−09° 29′ 56″	1961	149,5° E	149,3°	33,7°	16:49	22:38	03:23	21:38:43,06	−09° 30′ 31″	1960	149,5° E	149,2°	32,5°	16:41	22:28	03:12
	18	Aqr	366 772	12:17:24	−12,54	97,7	22:33:53,07	−04° 55′ 07″	1955	163,0° E	162,6°	38,2°	17:20	23:29	04:36	22:33:49,01	−04° 55′ 52″	1954	163,0° E	162,6°	37,0°	17:11	23:20	04:26
	19	Psc	369 263	13:17:24	−12,69	99,8	23:27:41,04	−00° 09′ 10″	1942	176,3° E	175,2°	42,8°	17:50		05:48	23:27:35,07	−00° 10′ 02″	1941	176,3° E	175,2°	41,7°	17:40		05:39
	20	Psc	372 887	14:17:24	−12,60	99,3	00:20:33,09	+04° 30′ 10″	1923	170,7° O	170,5°	49,0°	18:20	00:19	06:58	00:20:27,04	+04° 29′ 15″	1922	170,7° O	170,5°	47,8°	18:10	00:10	06:50
	21	Psc	377 395	15:17:24	−12,41	96,4	01:12:54,04	+08° 47′ 10″	1900	158,0° O	158,0°	53,3°	18:52	01:08	08:06	01:12:47,04	+08° 46′ 16″	1900	158,1° O	158,1°	52,0°	18:41	00:59	07:59
	22	Ari	382 443	16:17:24	−12,21	91,4	02:05:00,04	+12° 29′ 02″	1875	145,8° O	145,8°	56,9°	19:27	01:57	09:11	02:04:53,03	+12° 28′ 12″	1875	145,8° O	145,8°	55,7°	19:15	01:48	09:05
	23	Ari	387 631	17:17:24	−12,00	84,7	02:57:00,03	+15° 26′ 09″	1850	133,8° O	133,8°	59,9°	20:05	02:47	10:14	02:56:53,03	+15° 25′ 27″	1850	133,9° O	133,8°	58,7°	19:52	02:38	10:08
	24	Tau	392 557	18:17:24	−11,79	76,7	03:48:52,07	+17° 32′ 14″	1826	122,2° O	122,2°	62,0°	20:47	03:36	11:11	03:48:46,01	+17° 31′ 40″	1827	122,3° O	122,2°	60,7°	20:34	03:27	11:06
	25	Tau	396 855	19:17:24	−11,57	67,9	04:40:28,01	+18° 44′ 02″	1807	110,9° O	110,9°	63,1°	21:34	04:25	12:04	04:40:22,02	+18° 43′ 35″	1807	111,0° O	110,9°	61,9°	21:21	04:16	11:59
	26	Tau	400 232	20:17:24	−11,33	58,6	05:31:32,08	+19° 01′ 00″	1791	99,8° O	99,8°	63,4°	22:24	05:13	12:52	05:31:27,08	+19° 00′ 38″	1792	99,8° O	99,8°	62,2°	22:11	05:04	12:47
	27	Gem	402 483	21:17:24	−11,08	49,1	06:21:53,05	+18° 24′ 43″	1781	88,9° O	88,9°	62,7°	23:18	06:01	13:34	06:21:49,07	+18° 24′ 25″	1782	88,9° O	88,9°	61,5°	23:06	05:52	13:28
	28	Gem	403 505	22:17:24	−10,81	39,7	07:11:22,00	+16° 58′ 30″	1777	77,9° O	78,0°	61,3°		06:48	14:11	07:11:19,05	+16° 58′ 12″	1778	77,9° O	78,0°	60,1°		06:39	14:05
	29	Cnc	403 294	23:17:24	−10,52	30,7	07:59:57,06	+14° 46′ 48″	1778	67,0° O	67,1°	59,0°	00:15	07:34	14:44	07:59:56,04	+14° 46′ 28″	1779	67,0° O	67,1°	57,8°	00:03	07:25	14:38
	30	Cnc	401 941	24:17:24	−10,19	22,2	08:47:48,09	+11° 55′ 02″	1784	55,9° O	56,1°	56,1°	01:15	08:19	15:15	08:47:49,00	+11° 54′ 36″	1785	55,9° O	56,1°	54,9°	01:03	08:10	15:08
OCTOBRE	01	Leo	399 620	25:17:24	−9,82	14,7	09:35:12,05	+08° 29′ 24″	1794	44,7° O	45,0°	52,7°	02:16	09:04	15:43	09:35:13,09	+08° 28′ 51″	1795	44,7° O	44,9°	51,5°	02:05	08:55	15:35
	02	Sex	396 566	26:17:24	−9,41	8,4	10:22:32,06	+04° 37′ 05″	1808	33,2° O	33,6°	48,8°	03:19	09:49	16:10	10:22:35,02	+04° 36′ 25″	1809	33,2° O	33,6°	47,6°	03:09	09:40	16:02
	03	Leo	393 052	27:17:24	−8,93	3,7	11:10:18,02	+00° 26′ 37″	1824	21,6° O	22,0°	44,5°	04:23	10:35	16:38	11:10:22,00	+00° 25′ 49″	1825	21,5° O	22,0°	43,3°	04:14	10:26	16:29
	04	Vir	389 355	28:17:24	−8,39	0,8	11:59:01,09	−03° 51′ 54″	1841	9,6° O	10,3°	40,2°	05:30	11:23	17:07	11:59:06,07	−03° 52′ 48″	1842	9,6° O	10,3°	39,0°	05:21	11:14	16:57
	05	Vir	385 730	00:04:25	−8,03	0,1	12:49:15,08	−08° 06′ 27″	1859	2,6° E	3,6°	35,9°	06:38	12:12	17:39	12:49:21,07	−08° 07′ 25″	1859	2,6° E	3,7°	34,7°	06:30	12:03	17:28
	06	Vir	382 382	01:04:25	−8,65	1,7	13:41:28,01	−12° 03′ 13″	1875	15,0° E	15,0°	31,9°	07:47	13:04	18:14	13:41:34,08	−12° 04′ 10″	1875	15,0° E	15,1°	30,7°	07:41	12:55	18:02
	07	Lib	379 445	02:04:25	−9,25	5,7	14:35:56,01	−15° 27′ 06″	1889	27,6° E	27,6°	28,4°	08:57	13:59	18:55	14:36:03,04	−15° 27′ 59″	1889	27,6° E	27,6°	27,2°	08:51	13:49	18:43
	08	Lib	376 980	03:04:25	−9,78	12,0	15:32:39,01	−18° 03′ 04″	1902	40,3° E	40,4°	25,7°	10:05	14:55	19:43	15:32:46,05	−18° 03′ 50″	1902	40,4° E	40,4°	24,5°	09:59	14:46	19:30
	09	Oph	374 987	04:04:25	−10,26	20,2	16:31:12,07	−19° 37′ 58″	1912	53,3° E	53,3°	24,0°	11:08	15:53	20:39	16:31:19,09	−19° 38′ 35″	1911	53,3° E	53,3°	22,9°	11:03	15:44	20:25
	10	Oph	373 431	05:04:25	−10,68	30,0	17:30:49,09	−20° 02′ 52″	1920	66,3° E	66,3°	23,6°	12:05	16:52	21:41	17:30:56,04	−20° 03′ 21″	1919	66,3° E	66,3°	22,4°	11:59	16:43	21:28
	11	Sgr	372 270	06:04:25	−11,05	40,9	18:30:30,06	−19° 14′ 45″	1926	79,4° E	79,4°	24,3°	12:55	17:49	22:48	18:30:35,09	−19° 15′ 08″	1925	79,4° E	79,4°	23,1°	12:49	17:40	22:36
	12	Sgr	371 487	07:04:25	−11,37	52,3	19:29:18,05	−17° 17′ 03″	1930	92,5° E	92,5°	26,2°	13:38	18:45	23:58	19:29:22,03	−17° 17′ 25″	1929	92,5° E	92,5°	25,1°	13:32	18:36	23:47
	13	Cap	371 105	08:04:25	−11,64	63,5	20:26:35,04	−14° 18′ 52″	1932	105,6° E	105,6°	29,1°	14:15	19:39		20:26:37,06	−14° 19′ 16″	1931	105,6° E	105,6°	28,0°	14:09	19:29	
	14	Aqr	371 190	09:04:25	−11,88	74,1	21:22:08,01	−10° 33′ 08″	1931	118,8° E	118,7°	32,9°	14:49	20:30	01:10	21:22:08,07	−10° 33′ 39″	1930	118,8° E	118,7°	31,7°	14:41	20:21	00:59
	15	Aqr	371 838	10:04:25	−12,09	83,3	22:16:05,03	−06° 14′ 56″	1928	131,8° E	131,7°	37,1°	15:20	21:20	02:21	22:16:04,02	−06° 15′ 35″	1927	131,8° E	131,7°	35,9°	15:11	21:11	02:11
	16	Psc	373 143	11:04:25	−12,28	90,8	23:08:50,01	−01° 40′ 07″	1921	144,8° E	144,6°	41,6°	15:49	22:10	03:31	23:08:47,06	−01° 40′ 55″	1920	144,8° E	144,6°	40,4°	15:40	22:01	03:22
	17	Psc	375 170	12:04:25	−12,44	96,2	00:00:51,08	+02° 55′ 32″	1911	157,6° E	157,4°	46,0°	16:19	22:59	04:40	00:00:48,00	+02° 54′ 37″	1910	157,5° E	157,4°	44,9°	16:09	22:50	04:32
	18	Psc	377 916	13:04:25	−12,59	99,2	00:52:38,04	+07° 17′ 01″	1897	170,1° E	170,0°	50,2°	16:50	23:48	05:48	00:52:33,04	+07° 16′ 01″	1896	170,1° E	170,0°	49,0°	16:39	23:39	05:41
	19	Psc	381 295	14:04:25	−12,66	100,0	01:44:30,09	+11° 10′ 43″	1880	177,5° O	177,5°	55,6°	17:24		06:55	01:44:24,09	+11° 09′ 42″	1880	177,5° O	177,5°	54,4°	17:12		06:48
	20	Ari	385 134	15:04:25	−12,48	98,4	02:36:39,01	+14° 25′ 06″	1862	165,5° O	165,4°	58,9°	18:00	00:37	07:58	02:36:32,04	+14° 24′ 09″	1861	165,5° O	165,5°	57,7°	17:48	00:28	07:52
	21	Tau	389 184	16:04:25	−12,30	94,8	03:28:60,00	+16° 51′ 24″	1842	153,7° O	153,6°	61,3°	18:41	01:26	08:59	03:28:52,09	+16° 50′ 32″	1842	153,7° O	153,6°	60,1°	18:28	01:17	08:53
	22	Tau	393 147	17:04:25	−12,12	89,5	04:21:19,01	+18° 24′ 03″	1824	142,1° O	142,0°	62,8°	19:26	02:16	09:54	04:21:11,09	+18° 23′ 18″	1824	142,2° O	142,1°	61,6°	19:13	02:07	09:49
	23	Tau	396 710	18:04:25	−11,93	82,7	05:13:14,06	+19° 00′ 51″	1807	130,8° O	130,7°	63,4°	20:15	03:05	10:44	05:13:07,06	+19° 00′ 14″	1808	130,9° O	130,7°	62,2°	20:02	02:56	10:39
	24	Ori	399 576	19:04:25	−11,73	74,8	06:04:24,01	+18° 42′ 40″	1794	119,7° O	119,6°	63,1°	21:08	03:53	11:29	06:04:17,07	+18° 42′ 09″	1795	119,7° O	119,6°	61,9°	20:55	03:44	11:23
	25	Gem	401 498	20:04:25	−11,52	66,1	06:54:31,02	+17° 32′ 47″	1786	108,7° O	108,6°	61,9°	22:04	04:41	12:08	06:54:25,07	+17° 32′ 20″	1786	108,7° O	108,6°	60,7°	21:52	04:32	12:02
	26	Gem	402 296	21:04:25	−11,30	56,9	07:43:30,01	+15° 36′ 02″	1782	97,8° O	97,7°	59,9°	23:02	05:27	12:43	07:43:25,06	+15° 35′ 37″	1783	97,8° O	97,7°	58,7°	22:50	05:18	12:36
	27	Cnc	401 882	22:04:25	−11,06	47,4	08:31:27,01	+12° 58′ 10″	1784	86,8° O	86,8°	57,3°		06:12	13:14	08:31:23,07	+12° 57′ 43″	1785	86,8° O	86,8°	56,1°	23:50	06:03	13:07
	28	Cnc	400 264	23:04:25	−10,79	37,9	09:18:39,07	+09° 45′ 18″	1791	75,7° O	75,8°	54,0°	00:02	06:57	13:42	09:18:37,05	+09° 44′ 47″	1792	75,7° O	75,8°	52,8°		06:47	13:35
	29	Sex	397 553	24:04:25	−10,50	28,7	10:05:35,00	+06° 04′ 02″	1803	64,5° O	64,6°	50,3°	01:03	07:41	14:10	10:05:34,00	+06° 03′ 25″	1804	64,5° O	64,6°	49,1°	00:52	07:32	14:02
	30	Leo	393 955	25:04:25	−10,16	20,1	10:52:46,07	+02° 01′ 37″	1820	53,0° O	53,2°	46,2°	02:06	08:26	14:37	10:52:47,00	+02° 00′ 52″	1821	53,0° O	53,2°	45,0°	01:56	08:17	14:28
	31	Vir	389 757	26:04:25	−9,77	12,6	11:40:53,02	−02° 13′ 23″	1839	41,2° O	41,4°	42,0°	03:11	09:13	15:05	11:40:54,08	−02° 14′ 16″	1840	41,2° O	41,4°	40,7°	03:02	09:03	14:55

Une preuve de vie intelligente sur la Lune ?

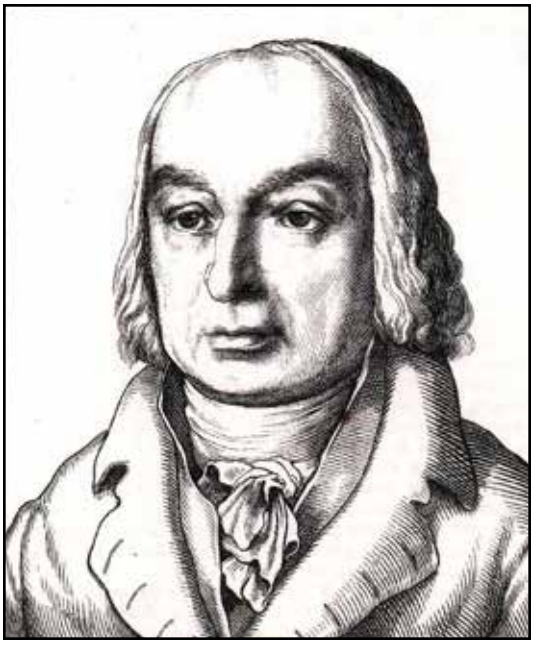
Photo : P. Tournay

par Pierre Tournay

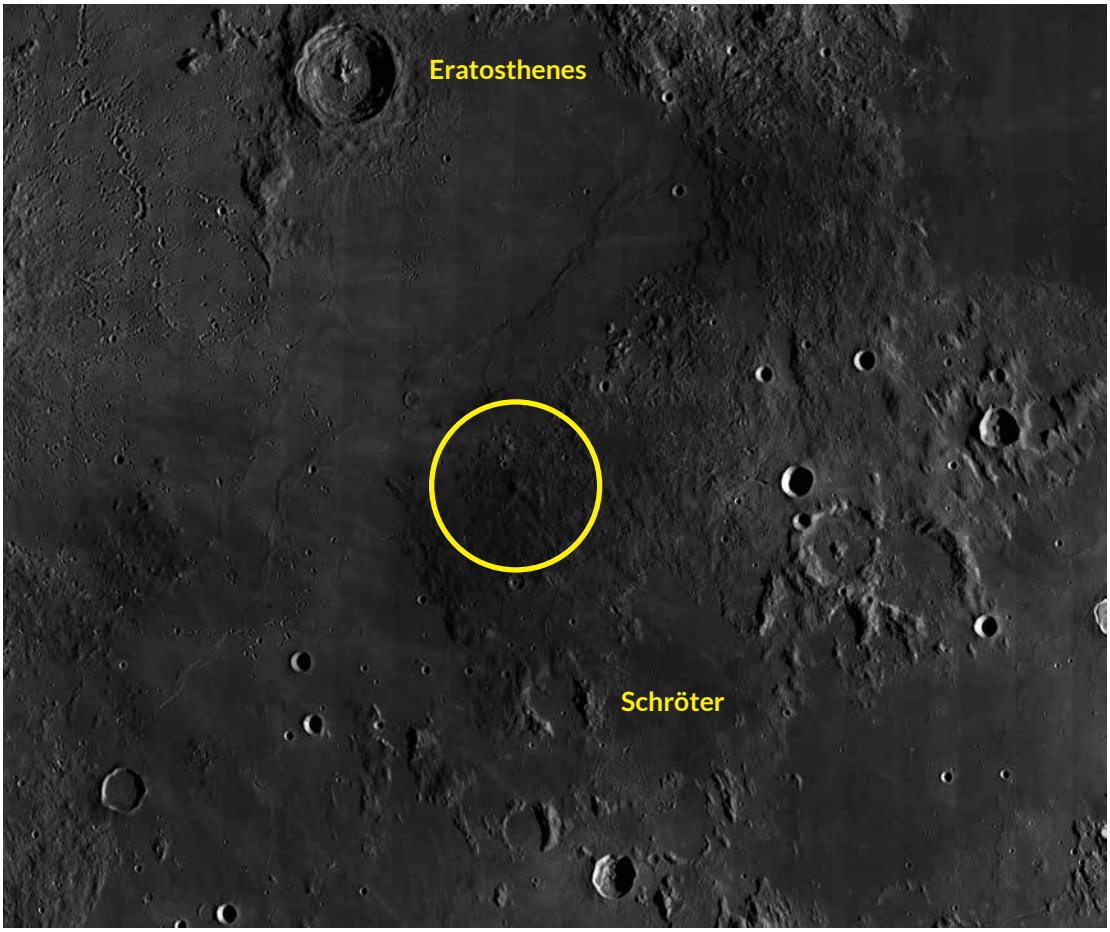
Je prends ici plaisir à vous divertir avec une histoire de vie extraterrestre sur notre belle Lune… Oublions l'histoire loufoque d'une autre Los Angeles sur la Lune ; je vous guide plutôt vers une observation qui date de 1824. Au centre de l'histoire, le Baron Franz von Paula Gruithuisen [1774–1852] un ancien médecin devenu professeur d'astronomie à l'Université de Munich en 1826…

À partir du cratère Eratosthenes, on remarque au sud une grande région « désertique » nommée Sinus Aestuum. Au sud de ce « lac », dans une région sombre… vous y êtes ! C'est à cet endroit que, un peu au nord du cratère Schröter (Atlas de la Lune d'Antonin Rükl, carte 32), une journée après le premier quartier, Gruithuisen a fait une observation bouleversante.

Avant et après son époque, la croyance populaire était que la vie existait sur la Lune ; Gruithuisen a fait plusieurs observations avec une petite lunette pour supporter cette hypothèse. Il découvre ce qu'il considère être une cité au nord du cratère Schröter ; selon lui, elle ressemble à un squelette de sapin. Ce sont les angles de 45 degrés qui l'ont stupéfié. Est-ce



qu'il s'agit de rues ? de murs ? de fortifications ?… d'une ville ? Il est convaincu qu'il s'agit d'une construction artificielle, faite par des citoyens de la Lune, car selon lui, la nature n'offre pas d'angles de



45 degrés. Il nomme cette ville Wallwerk — quelque chose comme « le mur construit ».

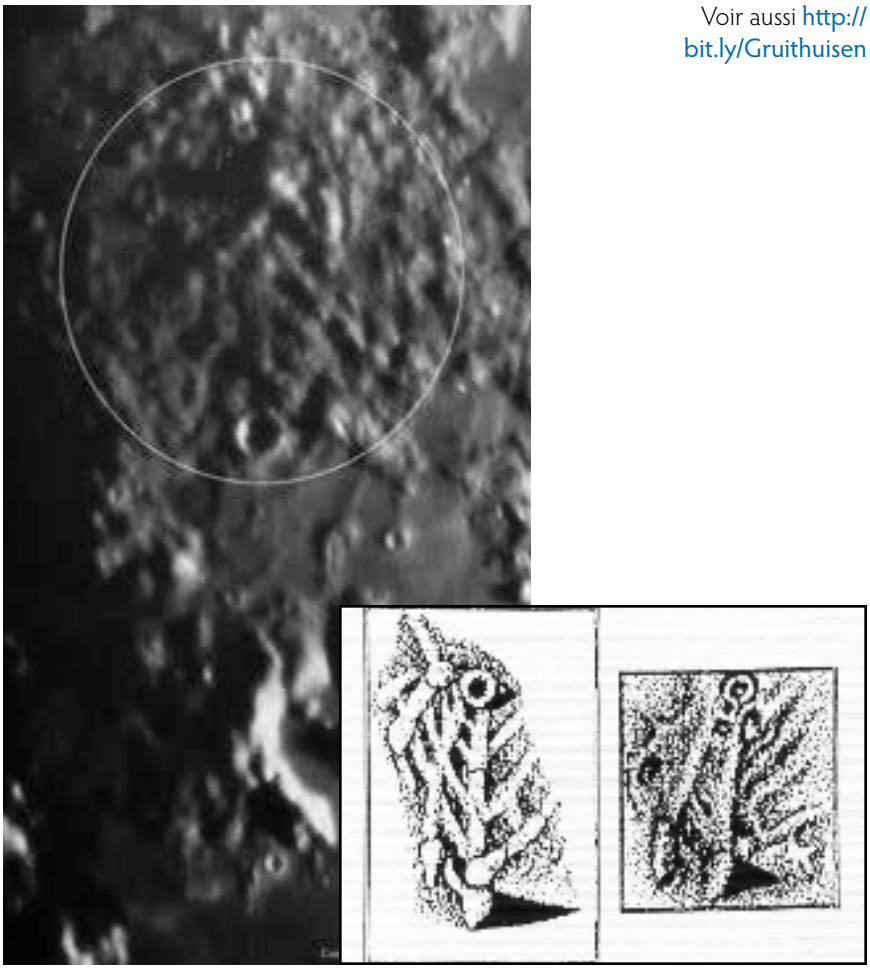
Le baron publie ses observation en 1824 et est vite ridiculisé par d'autres astronomes, qui ont des instruments de plus grand diamètre et donc plus puissants, réfutant les observations de Gruithuisen. Celui-ci persévère tout de même, et on le traite bientôt de fou. Malgré cela, son livre *Entdeckung vieler deutlicher Spuren der Mondbewohner* (« Découverte de nombreuses traces significatives des habitants de la Lune », 1824) s'échange aujourd'hui pour environ 8 000 $ par les collectionneurs…

Heureusement pour lui, l'histoire retient aussi d'autres choses de Franz von Gruithuisen : entre autres, il fut **le premier** à suggérer que les cratères lunaires soient le résultat d'impacts de météorites.

Mais revenons à son observation… Le plus beau dans tout ça, c'est qu'il est possible d'observer cette « ville » dans une petite lunette de 80 mm, avec un grossissement d'un peu plus de 150×. Utilisez le petit cratère au bas du « sapin » pour vous guider quand vous allez fouiller au nord du cratère Schröter.

Le cratère Gruithuisen (visible quatre jours après le premier quartier) a été nommé en l'honneur de Franz et sera une cible intéressante pour un autre article… Bonnes observations !

AQ



Voir aussi http://bit.ly/Gruithuisen

La grande région de la constellation du Taureau

par Gilbert St-Onge

Photo : G. St-Onge

Les constellations d'hiver approchent, et l'une des premières qui soit visible à l'automne est le Taureau. Il s'agit d'une constellation du zodiaque : elle est traversée par le Soleil, à la fin du printemps. Elle se situe un peu à l'ouest et au-dessus (au nord) de la magnifique constellation d'Orion. Claude Ptolémée (~90–168) l'a cataloguée dans sa liste de constellations [1]. Les Grecs l'identifiaient déjà dans leur mythologie à la forme d'un taureau — en fait, cette identification date probablement de 50 000 ans… Dans cette grande constellation, on retrouve plusieurs objets d'intérêt pour l'observateur moderne.

Cette région du ciel est intéressante par sa diversité : on y observe notamment une vieille étoile géante rouge, Aldébaran, et de spectaculaires amas d'étoiles jeunes. De plus, en 1054, une des plus spectaculaires supernovae y a été observée, même visible à l'œil nu en plein jour ; on observe aujourd'hui à cet endroit une très belle nébuleuse résiduelle de cette supernova, Messier 1 (aussi appelée nébuleuse du Crabe). Enfin, la région du Taureau est aussi une grande région de formation d'étoiles.

Sur l'image 1 (haut de la page suivante), on peut voir un peu en bas du centre l'étoile rouge Aldébaran (Alpha du Taureau ou α Tau), qui brille devant les Hyades, un amas d'étoiles. Aldébaran, une étoile de premier ordre, est considérée comme l'œil du Taureau. Les étoiles de l'amas des Hyades forment un grand V couché sur sa gauche. Au-dessus du centre de l'image, aligné avec les Hyades, on peut voir l'amas d'étoiles des Pléiades (Messier 45).

À l'œil nu, notre regard est rapidement attiré par le superbe amas d'étoiles des Pléiades, qui nous révèle environ une dizaine d'étoiles étalées sur près de 2° — certains trouvent qu'elles dessinent un petit chaudron. Les Pléiades sont connues depuis l'Antiquité ; pour certains peuples, leur apparition dans le ciel du matin indiquait que la saison des récoltes était arrivée. Des observations modernes ont permis d'évaluer la taille de l'amas à ~3000 étoiles, et on évalue son âge entre quelques dizaines de millions d'années [2] et 100 millions d'années [3]. Des images à longue exposition de l'amas des Pléiades révèlent des nébulosités résiduelles du nuage moléculaire à l'origine de ces étoiles ; on en observe

Image 1 : *La constellation du Taureau. Photo sur trépied prise par l'auteur le 2 octobre 1995.*

principalement devant et tout près de certaines étoiles de premier plan dans l'amas (voir l'image 2). Bien que l'observation des Pléiades à l'aide d'une simple paire de jumelles soit clairement un des plus beaux moments de l'astronomie d'amateur, on ne se fatigue pas de les revoir à chaque occasion.

Sur l'image CCD ci-dessous, prise par Yves Tremblay, on peut bien voir des nébulosités résiduelles bleues du nuage moléculaire qui a formé les étoiles de l'amas. On voit ces nébuleuses telles qu'elles sont détectables en lumière visible et en proche IR. On remarque leur aspect filamenteux, par secteurs sur des patrons alignés. Ces nébuleuses sont éclairées par la lumière des étoiles proches : il s'agit de nébuleuses par réflexion. L'amas se situe à seulement ~450 années-lumière de nous. Ses dix étoiles de premier plan sont massives, et de type spectral *B*.

Image 2 : *Messier 45, les Pléiades, imagées par Yves Tremblay le 20 décembre 2011 au foyer de sa lunette SV80ED de 80 mm à f/7.*

Monture EQ6 avec guidage QHY5 sur 9× 50 mm aux 5 s. QHY9 mono (KAF8300) avec filtres Baader R, G, et B. 19× 120 s bin 1 en RGB (2"/pixel). Maxim DL pour capture et guidage, calibration, pile et DDP. Photoshop CS5 pour « stretching », « sharpening », « gradient removal », réduction de bruit, et autres ajustements.

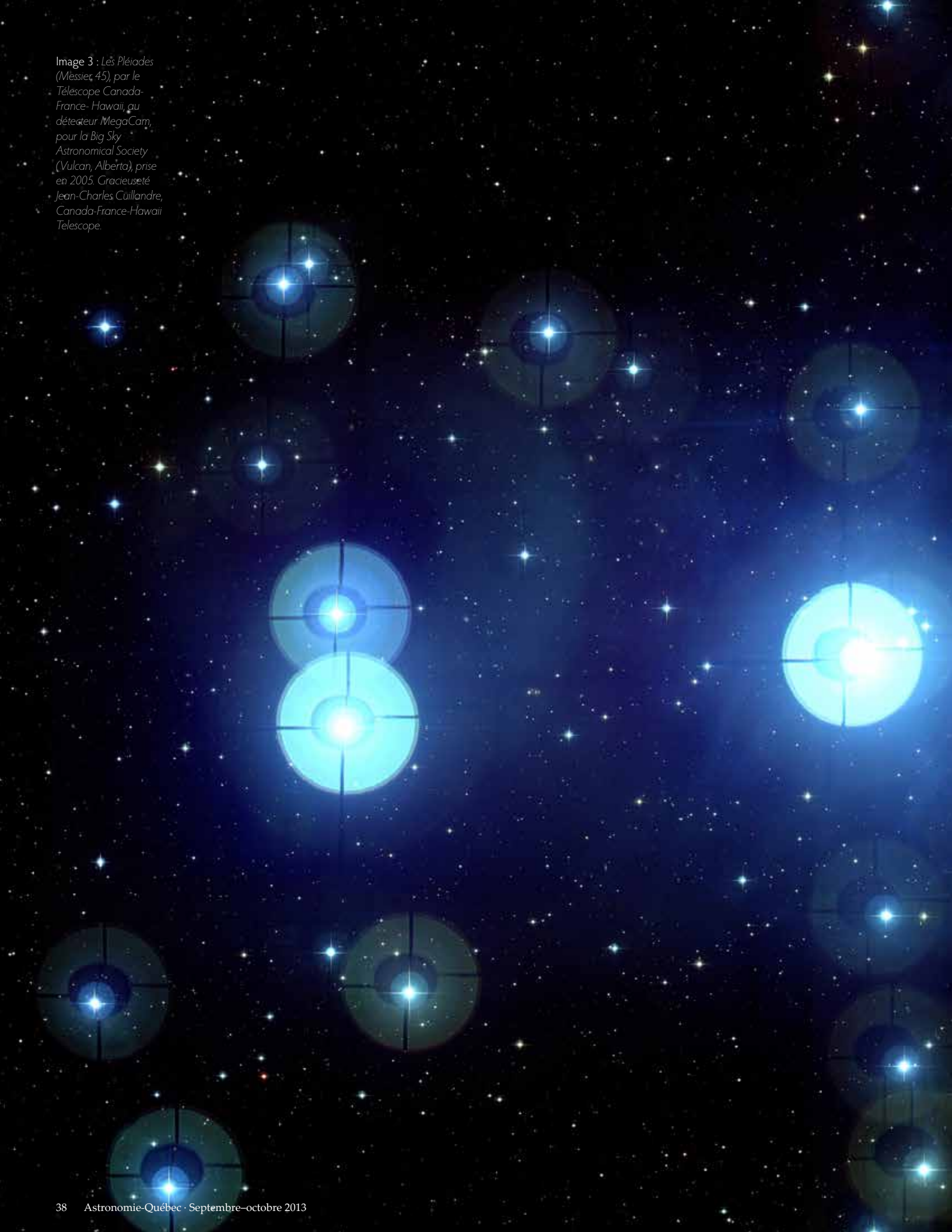
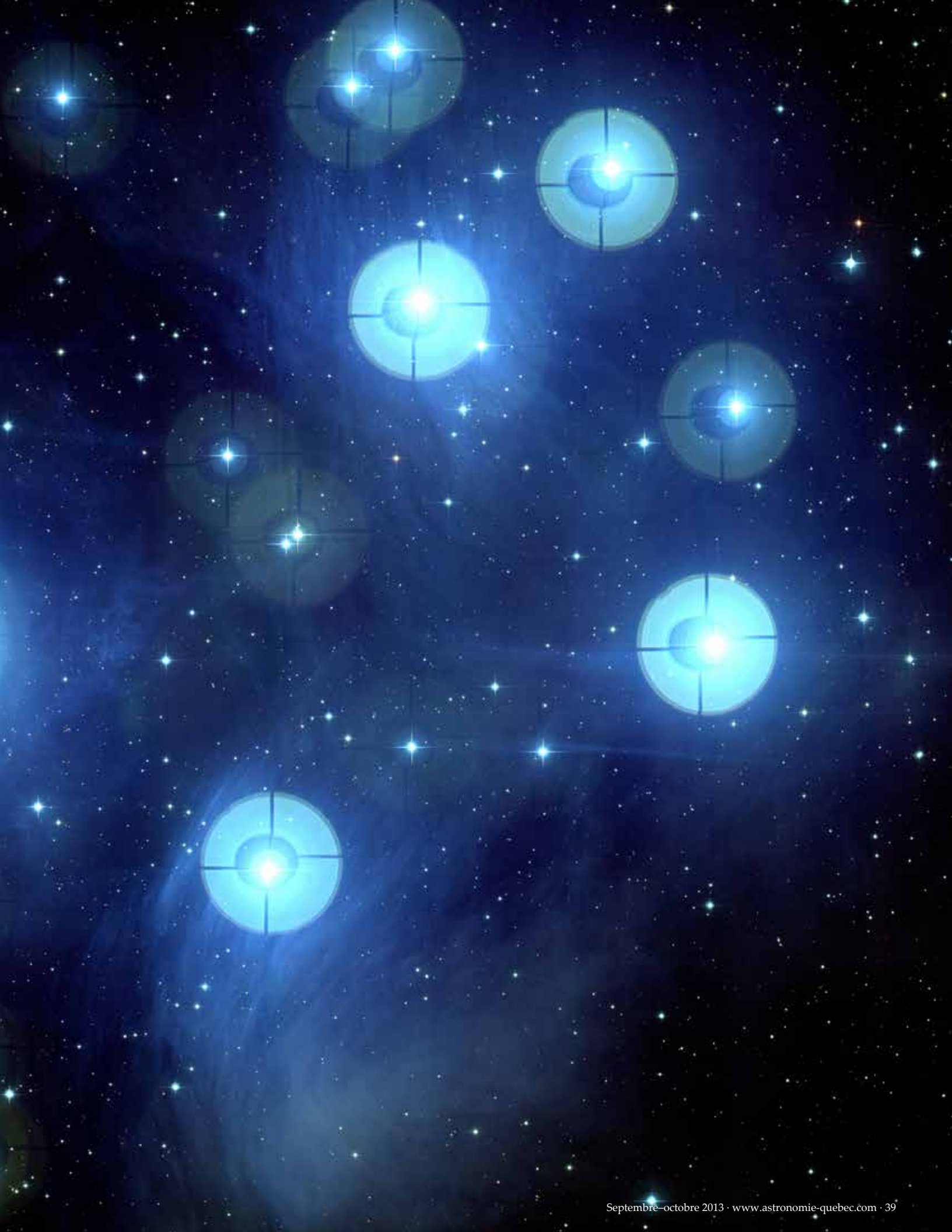


Image 3 : *Les Pléiades (Messier 45), par le Télescope Canada-France- Hawaii, au détecteur MegaCam, pour la Big Sky Astronomical Society (Vulcan, Alberta), prise en 2005. Gracieuseté Jean-Charles Cuillandre, Canada-France-Hawaii Telescope.*



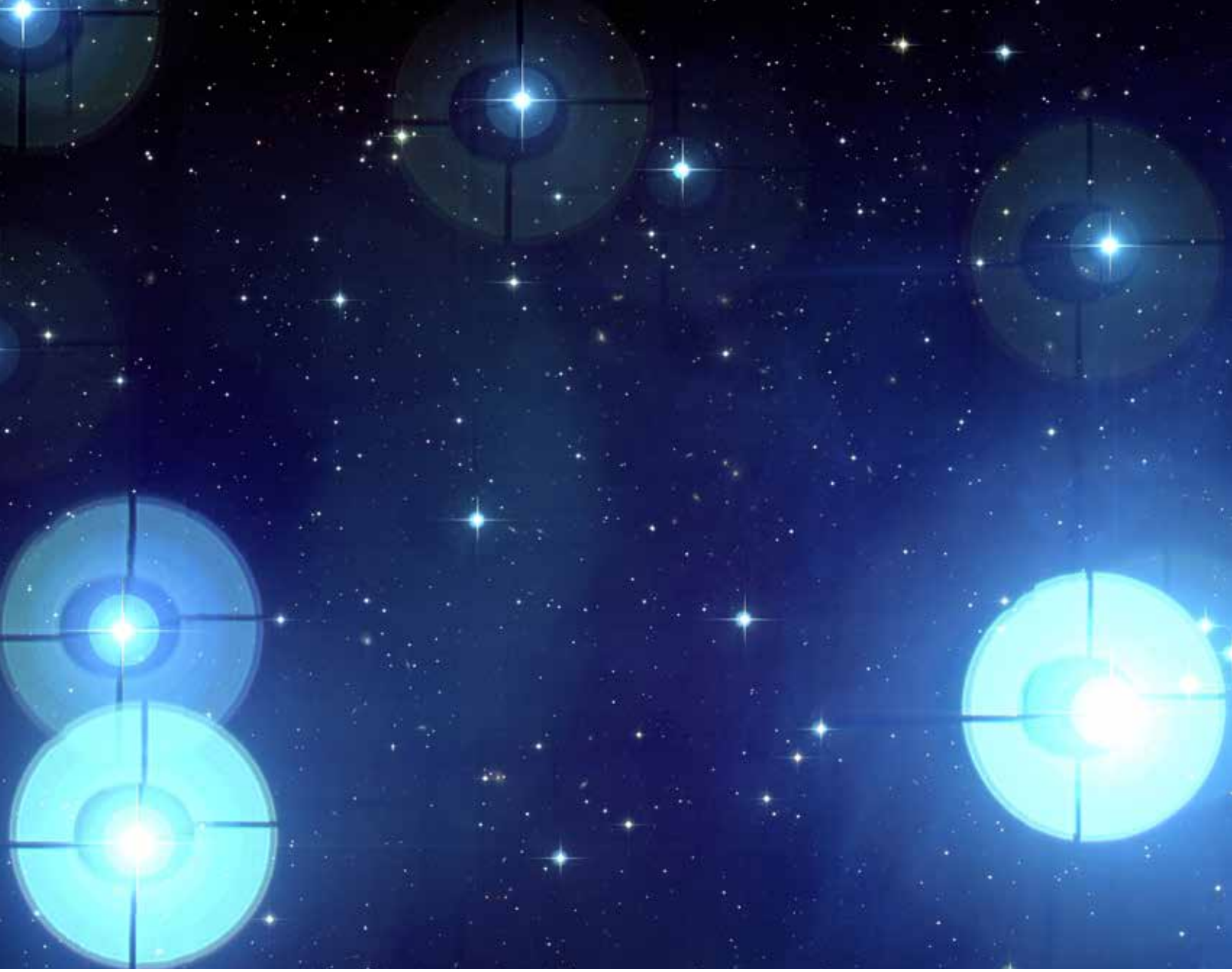


Image 3 : *Portion agrandie de l'image des Pléiades (Messier 45), par le Télescope Canada-France-Hawaii, au détecteur MegaCam, pour la Big Sky Astronomical Society (Vulcan, Alberta), prise en 2005. Gracieuseté Jean-Charles Cuillandre, Canada-France-Hawaii Telescope.*

Une image des Pléiades a été faite en 2005 au Télescope Canada–France–Hawaii (TCFH) situé sur le Mauna Kea à Hawaii, dans le cadre du concours « Une heure de temps d'imagerie au CFHT ». Le groupe d'astronomes amateurs gagnant de ce concours était la Big Sky Astronomical Society de Vulcan, en Alberta. Cette image est spectaculaire par sa profondeur optique : on peut y compter de nombreuses galaxies d'arrière-plan, visibles même à travers les nébuleuses de l'amas des Pléiades. Cette image est présentée sur les deux pages précédentes.

L'image 3, ci-dessus, constitue un agrandissement de cette image des Pléiades. On peut voir en bas à gauche les étoiles Atlas et Pléione, et en bas à droite l'étoile Alcyone ; le centre de l'image est un peu au nord de celles-ci. D'un seul coup d'œil, on peut voir plusieurs galaxies dans cette région, dont quelques galaxies intéressantes juste à l'ouest d'Atlas et de Pléione, en bas à droite de celle-ci sur l'image. L'image complète haute résolution (pages précédentes) couvre l'ensemble des étoiles principales des Pléiades ; on y observe des galaxies sur toute l'étendue des Pléiades, et même quelques-unes à travers les nébuleuses denses de l'étoile Mérope ! On observe plus de galaxies sur les parties centre et nord de l'image complète et pleine grandeur, il faut l'agrandir (voir **http://astronomie-quebec.com/M45-CFHT.jpg** ; 7000 × 4406 pixels) pour en détecter toute la quantité de galaxies et l'étendue des nébuleuses des Pléiades. Peut-être que certaines de ces galaxies sont détectables sur vos propres images CCD des Pléiades : j'ai cru en voir quelques-unes sur des images d'amateurs québécois !

Tournons maintenant notre attention vers l'amas d'étoiles des Hyades (Melotte 25) et l'étoile géante rouge Aldébaran qui est dans le même champ ; c'est un beau spectacle dans des jumelles. Il s'agit de l'amas d'étoiles le plus rapproché de nous, à une distance de ~153 années-lumière. On estime qu'il contient quelque 400 étoiles, dont les plus intenses, visibles à l'œil nu, forment un grand V qui est la tête

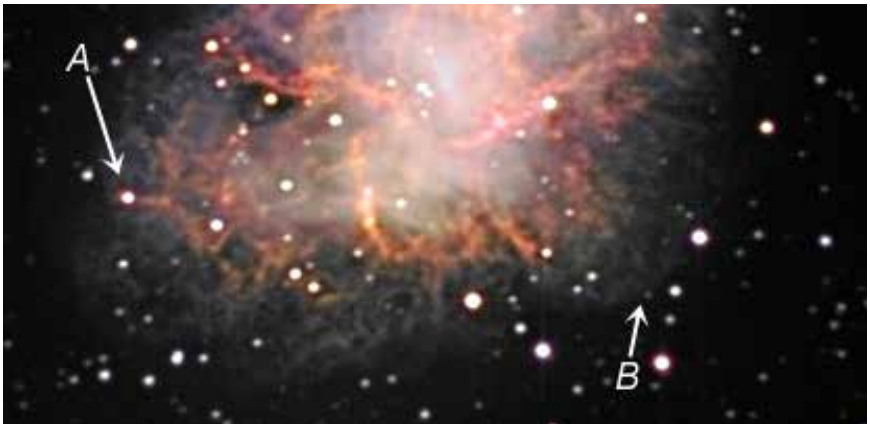
du Taureau et qui s'étend sur environ quatre degrés. L'étoile la plus lumineuse et rouge, Aldébaran, l'œil du Taureau, ne fait pas partie physiquement des Hyades ; elle se trouve à la moitié de leur distance. Aldébaran est une géante rouge en fin de vie située à ~65 années-lumière, de magnitude 0,86 et de type spectral *K*5III, qui est au stade de la fusion de l'hélium. Son diamètre est d'environ 44 fois celui du Soleil. On peut voir sur l'image 1, les Hyades et l'étoile Aldébaran dans le bas au centre de l'image. Aldébaran a une compagne ; on ignore encore s'il s'agit d'une planète géante ou d'une étoile naine brune. Cet objet de faible magnitude, découvert seulement en 1997, orbite tout près d'Aldébaran à ~1,35 au, ce qui le rend très difficile à détecter.

Parlons maintenant des objets plus discrets du Taureau ; ceux qui ne s'observent pas à l'œil nu…

L'un deux, très spectaculaire aujourd'hui, a eu un parcours remarqué ce dernier millénaire. Le matin du 4 juillet 1054, des observateurs chinois notent la présence d'une nouvelle étoile près de l'étoile Zêta du Taureau (ζ Tau) : il s'agissait d'une supernova, aujourd'hui désignée SN 1054. Cette observation fut aussi faite dans le monde arabe, et possiblement par des Indiens d'Amérique. Les astronomes chinois l'ont observée de juillet 1054 à avril 1056 — ils ont même pu l'observer en plein jour pour quelques semaines ! Les Indiens d'Amérique, dans le nord de l'Arizona, ont laissé des pictogrammes qui datent de cette époque sur lesquels on peut voir un croissant de Lune juste au-dessus (au nord) d'une étoile très lumineuse. Des simulations [4] indiquent que le matin du 5 juillet 1054, un croissant de Lune était à ~2° au nord de la position actuelle de la nébuleuse du Crabe, Messier 1. Cette magnifique nébuleuse planétaire est maintenant associée à cette supernova de 1054 ; elle est la nébuleuse résiduelle, en expansion rapide, formée par l'explosion de cette étoile. Des images modernes à haute résolution montrent bien ces gaz très rapides qui se déplacent sur le ciel [4]. Regardez vos bonnes images de Messier 1, et comparez-les avec les images de professionnels faites vers les années 1950 : c'est possible que vous puissiez détecter quelques changements dans la nébuleuse entre ces deux époques…

Une image de Messier 1 prise par Denis Bergeron en 2009 montre plusieurs changements dans la position et la forme de la nébuleuse lorsque comparée avec une image du Digital Sky Survey 1 prise entre 1945 et 1958 (séquence ci-dessus à droite). Comme exemple, j'indique par deux flèches A et B, deux régions d'intérêt. En A, on remarque que la ligne de gaz lumineuse filiforme couvre l'étoile du champ sur l'image de Denis, alors que sur l'image du DSS1, cette structure se trouve plutôt au-dessus de l'étoile, et qu'elle est plus courbée vers le nord que sur l'image de Denis. En B, la coupure du bord sud-ouest de la nébuleuse couvre la petite étoile indiquée sur l'image de Denis, alors que sur l'image du DSS1, elle en est encore bien séparée. Amusez-vous avec ces deux images et d'autres : vous verrez plein d'autres différences dans la nébuleuse à chaque époque. Messier 1 est à ~6300 années-lumière de nous, ces gaz ont une vélocité de ~1500 km/s, et ils s'éloignent de l'étoile qui fut observée comme supernova en l'an 1054 ; le diamètre de la nébuleuse avoisine déjà 11 années-lumière !

Cet objet fascinant qu'est Messier 1 est aussi une importante source d'ondes radio (découverte en 1949), de rayonnement X (1963), et de rayons gamma (1967). L'origine de l'émission de brèves pulsations



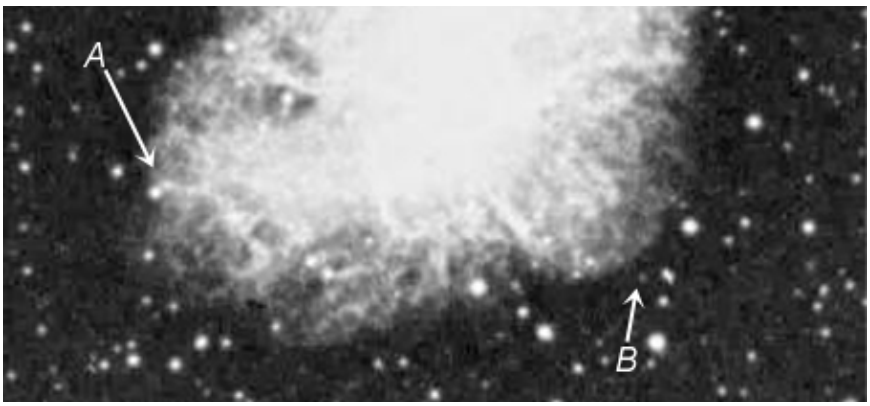


Image 4a : *Messier 1 (NGC 1952), par Denis Bergeron, avec un Meade RCX de 30 cm (12"), en 2009.*

Image 4b : *Agrandissement de l'image précédente.*

Image 4c : *Autre image agrandie de Messier 1, extraite du Digital Sky Survey 1, entre 1945 et 1958 [8].*

provenant de l'environnement de l'étoile-source de M 1 furent mises en évidence en 1968, ce qui en fit l'un des premiers pulsars découverts (il porte aujourd'hui la désignation PSR B0531+21). Cette classe d'objets célestes, nouvelle pour l'époque, était si intrigante que certains ont même pensé que leurs pulsations très brèves (~30 fois par seconde dans le cas de M 1) et très précises, de quelques fois par seconde, pouvaient être un signal provenant de civilisations intelligentes extraterrestres. Mais la découverte des étoiles à neutron a tout clarifié [5].

Passons maintenant à une étoile très jeune : T Tauri, qui fait partie de l'amas des Hyades. C'est le prototype d'une classe d'étoiles, de masse comparable à celle du Soleil, qui sont encore trop jeunes pour adhérer à la série principale du diagramme de Hertzsprung–Russell (HR) [6]. Elle est située à ~460 années-lumière, son type spectral est *G5*, et sa luminosité varie aléatoirement de ~9,5 à ~13,5. Elle a été découverte en 1852 par John Russell Hind.

On peut observer une petite nébuleuse de réflexion arquée tout près de cette étoile : il s'agit de NGC 1555, la nébuleuse variable de Hind. Cette nébuleuse est éclairée par la lumière de l'étoile T Tauri, et elle varie donc (en lumière visible) selon la même courbe de luminosité que l'étoile T Tauri. On peut voir la forme arquée de la nébuleuse voisine de l'étoile sur l'image ci-dessous, prise par Denis Bergeron il y a plusieurs années.

NGC 1555 a diminué d'intensité dans les années 1860, à tel point qu'elle ne fut pas détectée entre 1868 et 1890 ; ceci permet de confirmer qu'elle change d'éclat et d'apparence [4, 7].

Une image très spectaculaire du duo NGC 1555 et T Tauri parut sur le site Astronomy Picture of the Day (APOD) le 26 mars 2011. Cette image nous révèle l'étoile T Tauri enfouie dans la nébuleuse environnante plus sombre ; cette région obscurcit la lumière visible, car on l'observe à travers des poussières cosmiques. Cette image est reproduite en haut de la page suivante.

Image 5 : *L'étoile variable T Tauri et la nébuleuse variable de Hind, NGC 1555, par Denis Bergeron, avec une caméra SBIG ST6.*

Le grand nuage moléculaire du Taureau se situe à ~450 années-lumière. On y trouve plusieurs étoiles jeunes de type T Tauri, dont l'étoile RY Tauri. Comme on a eu plusieurs occasions de parler de celle-ci, je résume en vous invitant à l'imager quand vous en aurez la chance. Elle nous présente une belle nébulosité de gaz et de poussières plutôt conique, qui est cataloguée comme la nébuleuse par réflexion van den Bergh 27 (vdB 27). Profitez-en pour imager en même temps sa compagne, V1023 Tauri. Pour voir une belle image de cette région, incluant les nuages de poussière, allez voir l'image de Yves Tremblay à **http://bit.ly/vdB27**, ou les APOD du 11 juillet 2013 (**http://1.usa.gov/149EspR**) ou du 25 avril 2009 (**http://1.usa.gov/15pqi4Y**).

Références

[1] (En collaboration). « Claude Ptolémée ». *Wikipédia.* http://fr.wikipedia.org/wiki/Ptol%C3%A9m%C3%A9e

[2] Ménard, François. « Six Stars, Seven Sisters ». *North Hawaii News Articles from CFHT.* http://www.cfht.hawaii.edu/Media/NHN/pleiades.html

[3] (En collaboration). « Pléiades (astronomie) ». *Wikipédia.* http://fr.wikipedia.org/wiki/Pl%C3%A9iades_(astronomie)

[4] Burnham, Robert Jr. *Burnham's Celestial Handbook, Volume 3.* Dover Publications, inc., New York, 1978 ; p. 1843 et suivantes.

[5] (En collaboration). « Nébuleuse du Crabe ». *Wikipédia.* http://fr.wikipedia.org/wiki/N%C3%A9buleuse_du_Crabe

[6] (En collaboration). « Hertzsprung-Russell Diagram ». *Wikipedia* (anglais). http://en.wikipedia.org/wiki/Hertzsprung%E2%80%93Russell_diagram

[7] Schedler, Johannes. « Hind's Variable Nebula Area (NGC 1554/1555 and vdB 28) ». *Gallery.* http://panther-observatory.com/gallery/deepsky/doc/vdb28_F3.htm

[8] NASA. « *SkyView* Query Form ». *SkyView – The Internet's Virtual Telescope.* http://skyview.gsfc.nasa.gov/cgi-bin/query.pl

Voir aussi

Vehrenberg, Hans. *Atlas of Deep-Sky Splendors, Fourth Edition.* Sky Publishing Corporation, 1983.

Cannistra, Steve. « Dark Markings of the Sky ». Dans : Nemiroff, R. et J. Bonnell. *Astronomy Picture of the Day*, 25 avril 2009. http://apod.nasa.gov/apod/ap090425.html

Franke, Bob. « Dusty Nebulae in Taurus ». Dans : Nemiroff, R. et J. Bonnell. *Astronomy Picture of the Day,* 11 juillet 2013. http://apod.nasa.gov/apod/ap130711.html

Gemini Observatory, Club d'astronomie de Dorval, S. Côté, et T. Hector. « Portrait of RY Tauri ». Dans : Nemiroff, R. et J. Bonnell. *Astronomy Picture of the Day,* 23 septembre 2005. http://apod.nasa.gov/apod/ap050923.html

Image 7 : NGC 1555 par Adam Block, le 10 décembre 2010, avec un télescope de 81 cm (32") de type Schulman (RC Optical Systems) et une caméra SBIG STL11000. Des filtres LRGB de marque Custom Scientific ont été utilisés. Il s'agit d'une combinaison d'images LRGB de 210 (L), 70 (R), 70 (G), et 70 minutes (B) traitées avec CCDStack et Photoshop CS3. © 2010 Adam Block/ Mount Lemmon SkyCenter/University of Arizona

Trois étoiles binaires : Chi Tauri, Σ 674, et Σ 680

par Luc Descoteaux, CDADFS

Struve 674 et 680 :

Deux binaires, séparées par ½° ; elles nous rappelent Epsilon de la Lyre. Ces deux paires sont très semblables, sauf pour leurs couleurs…

Autres désignations :

Struve 674 = Σ 674 = CD Tauri = SAO 77084 = ADS 3866 = HD 34335.
Struve 680 = Σ 680 = SAO 77098 = ADS 3894 = HD 34579.

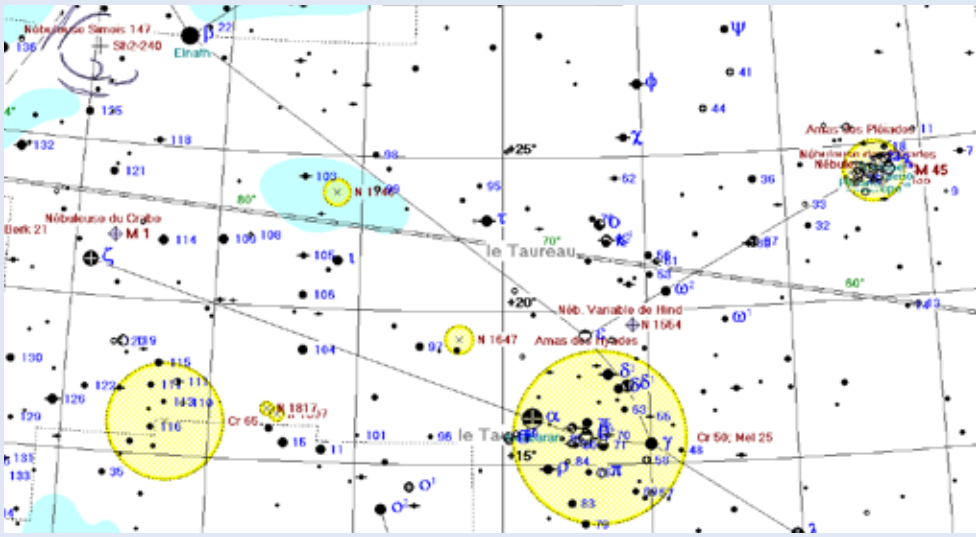
Chi Tauri :

Inscrite sur la listes des étoiles colorées du *Observer's Handbook*, elle reçoit pourtant un F (faible) pour la difficulté de détection de sa secondaire. Les couleurs varient selon les sources, témoignant ainsi de leur subtilité. Sa beauté, par contre, fait l'unanimité. La composante A est une binaire spectroscopique.

Autres désignations :

Chi Tauri = Khi Tauri (certains vieux documents) = X Tau = 59 Tau = SAO 76573 = HD 27638 = Σ 528 = ADS 3161.

Toutes ces étoiles transitent vers 19 h 00 en décembre.



Références

- Chapman, David M.F., éd. *Observer's Handbook 2013*. Royal Astronomical Society of Canada, 2013. http://www.rasc.ca/
- Haas, Sissy. *Double Stars for Small Telescopes*. Sky Publishing Corp., 2007.
- Mullaney, James et Wil Tirion. *The Cambridge Double Star Atlas*. Cambridge University Press, 2009.
- Dibbon-Smith, Richard. *StarList 2000*. John Wiley & Sons, Inc., 1992.
- Vallières, Jean. *Cœlix*. (logiciel) pour la carte du ciel de la région du Taureau.

Position des objets mentionnés dans cet article

Objet	$\alpha_{(2000.0)}$ Primaire	$\delta_{(2000.0)}$ Primaire	Mag.	Sép.	A.P.	Couleurs (Spectres)	Sources	Époque
χ Tau	04 h 22 min 34,9 s	+25° 37′ 46″	5,37 + 8,54	20,4″	24°	Jaune/Vert (*B*9Vnn/*F*8V)	[1] [2] [3]	2012
Σ 674	05 h 17 min 31,2 s	+20° 07′ 55″	6,82 + 9,68	9,9″	149°	Blanc/Bleu (*F*7V/*F*5IV)	[1] [2] [3]	2009
Σ 680	05 h 19 min 14,7 s	+20° 08′ 05″	6,22 + 9,66	8,9″	203°	Jaune/Bleu (*K*0III/?)	[1] [2] [3]	2011

Objet	$\alpha_{(2000.0)}$	$\delta_{(2000.0)}$	Mag.	Dim.	Notes	Sources
M 45	03 h 47 min 00 s	+24° 07,0′	1,2	110′	Amas ouvert des Pléiades	[1][2]
NGC 1555	04 h 21 min 56,7 s	+19° 32′ 04″	—	0,5′	Nébuleuse de réflexion	[4]
RY Tau	04 h 21 min 57,4 s	+28° 26′ 36″	10,47		Spectre *F*8Ve–*K*1IV–Ve D	[2]
T Tau	04 h 21 min 59,4 s	+19° 32′ 07″	9,88		Spectre *G*5V:e… C ~	[2]
M 1	05 h 34 min 31,9 s	+22° 00′ 52″	8,4	6,0′ × 4,0′	Nébuleuse du Crabe, résidu de la supernova de 1054	[4]

Références : [1] Hirshfeld, Alan et Roger W. Sinnott. *Sky Catalogue 2000.0, Volume 2*, 1985 ; [2] SIMBAD (http://simbad.u-strasbg.fr/simbad/sim-fbasic) (positions ICRS) ; [3] Washington Double Star Catalogue (http://ad.usno.navy.mil/wds/Webtextfiles/wdsnewframe.html) ; [4] Steinicke, Wolfgang. *Revised New General Catalogue and Index Catalogue*, 2013 (http://klima-luft.de/steinicke/index_e.htm).

Toutes les images sont de Normand Rivard.

Skyline PRO 90 MAK de Levenhuk

Photo : N. Rivard

par Normand Rivard

Qui d'entre nous n'aime pas les nouveaux instruments ? Autant on s'accorde pour affirmer que l'important est le ciel et non la quincaillerie, autant celui qui se pointe dans une rencontre avec un télescope tout neuf attire à coup sûr une foule autour de lui. C'est plus fort que nous. J'admets être de ceux-là ; peu importe qu'il s'agisse d'un précieux réfracteur haut-de-gamme ou d'un petit instrument d'observation pour débutant, la curiosité l'emporte sur la logique.

C'est donc avec un immense plaisir que j'ai accepté l'offre d'*Astronomie-Québec* d'évaluer un télescope peu connu des amateurs, mais qui mérite d'avoir sa place dans le catalogue plutôt achalandé des instruments d'entrée de gamme. Ce banc d'essai porte donc sur le Skyline PRO 90 MAK du manufacturier Levenhuk.

Basé à Chicago aux États-Unis, ce fabriquant produit en Chine une gamme de jumelles, télescopes, et microscopes pour débutants depuis plus de 10 ans, principalement destinés aux marchés de l'Europe de l'est. Ils ont aussi un bureau à Vancouver au Canada. Les types de télescopes offerts varient de la petite lunette de 50 mm au réflecteur Newton de 200 mm, mais l'instrument qui nous concerne aujourd'hui est un Maksutov-Cassegrain de 90 mm. Levenhuk propose aussi quatre autres modèles similaires allant de 80 mm à 150 mm.

L'instrument complet (télescope, trépied, et monture) se détaille à 349,95 $, ce qui inclut aussi un coudé de 31,75 mm (1¼"), deux oculaires (10 et 25 mm), et un chercheur à DEL rouge. Le tout accuse un poids total d'environ 10 kg et vient dans une seule boite d'environ 1 m, empaquetée avec soin.

Étant donné le marché visé par l'entreprise, le manuel d'assemblage est en trois langues : anglais, russe, et tchèque ! L'absence de français n'est pas vraiment un problème puisque la majeure partie des instructions est donnée par des illustrations plutôt que du texte.

L'assemblage de la monture sur le trépied est très facile grâce aux illustrations fournies. Je dois mentionner ici que le tube optique se fixe à la monture par deux boulons sur une plaque, plutôt que par une queue d'aronde, ce qui aurait été à la fois plus facile et plus solide. Je recommande de commencer par la vis du côté oculaire car l'espace pour les doigts est restreint en raison de la petite taille de la monture. Le trépied vient avec une petite tablette pratique pour déposer les oculaires. La mise en équilibre est très facile, même pour un débutant. Je note ici que le contrepoids me parait un peu excessif par rapport au tube optique en plastique très léger, mais il faut comprendre que cette monture sert aussi aux autres modèles plus lourds. Le centre de gravité est alors tellement élevé que mon chat a failli faire tomber le télescope en se frôlant dessus !

Comme ce réflecteur n'est pas vraiment destiné à l'astrophotographie, il est inutile de chercher à faire un alignement polaire parfait. Après avoir aligné le

chercheur à point rouge avec le télescope (opération facile ne requérant aucun outil), on fait simplement pivoter la monture autour de son axe d'ascension droite de 180° en s'assurant que l'étoile polaire reste au centre de l'image. Comme il n'y a aucune motorisation ou *go to,* la procédure s'arrête là.

Si une automobile est évaluée par le caoutchouc sur l'asphalte, c'est sous étoiles qu'on voit ce dont un télescope est capable. Avec un télescope aussi petit, on est toujours un peu coincé dans peu d'espace. Le chercheur est situé tellement près du porte-oculaire qu'il se trouve appuyé sur le visage à l'utilisation. Je dois dire cependant qu'il fonctionne très bien, étant muni d'un gradateur. J'avoue que je préfère ce genre de chercheur à la petite lunette. La mise au point est faite comme pour tous les modèles Maksutov, soit par un boulon placé derrière le miroir, et j'ai bien aimé son mouvement très doux. La fragilité de la monture provoque par contre des tremblements dans l'image au moindre contact avec le boulon de mise au point.

L'optique du télescope m'a impressionné par sa qualité pour un instrument de ce prix. Les images des planètes Saturne et Vénus sont très claires et nettes, de même que celles des étoiles doubles. Il ne faut pas s'attendre à voir des galaxies très faibles avec un 90 mm, mais la focale de 1250 mm permet des grossissements intéressants. Sans être un expert en optique, j'ai l'impression que le miroir primaire vaut largement son prix. Par contre, les oculaires nous rappellent qu'on a affaire à un instrument d'entrée de gamme. Si le 25 mm m'a toujours donné de belles images, le 10 mm m'a déçu à bien des égards. Le remplaçant par un de mes oculaires personnels de meilleure qualité et de focale semblable, j'ai pu résoudre plusieurs étoiles dans l'amas globulaire M 13, ce qui pour moi est un bon test. La double-double, ε Lyr, est également très facilement séparée, avec des disques d'Airy bien visibles. Poussant le test un peu plus loin, j'y ai ensuite placé mon oculaire Orthoscopique de 4 mm… mais j'ai franchi là les limites de l'instrument jusqu'à l'absurde, et la mise au point s'est avérée impossible malgré le ciel très calme dont je profitais. Mais c'est sur la Lune que le petit Levenhuk démontre toute sa force. Comme le diamètre n'est pas trop important, un filtre gris neutre n'est pas nécessaire, et la longue focale permet de voir un grand nombre de cratères le long du terminateur. Il semble être fait pour l'astre lunaire, mais pour tirer profit de la belle optique, je recommande toutefois d'utiliser un oculaire de 7 ou 8 mm de qualité au lieu du médiocre 10 mm fourni.

Le test d'étoile ne m'a révélé aucune trace d'astigmatisme, les cercles concentrique restant toujours bien ronds, bien que me semblant présenter un léger défaut d'aberration sphérique, peut-être normal pour un Maksutov. Un opticien d'expérience pourrait confirmer mes dires, mais je crois avoir devant moi un excellent petit miroir, comme le démontrent les belles images lunaires que j'ai mentionnées ci-dessus.

Voilà donc un petit télescope fort recommandable pour le débutant voulant s'initier à l'observation des planètes et de la Lune dans un ciel urbain. Son prix très raisonnable et sa facilité d'utilisation en font un instrument qui gagnerait à être plus connu. AQ

LES ÉTOILES

- Très belle optique pour le prix
- Chercheur très pratique
- Aucune collimation nécessaire

LES NUAGES

- Oculaire 10 mm médiocre
- Construction fragile

JE RECOMMANDE

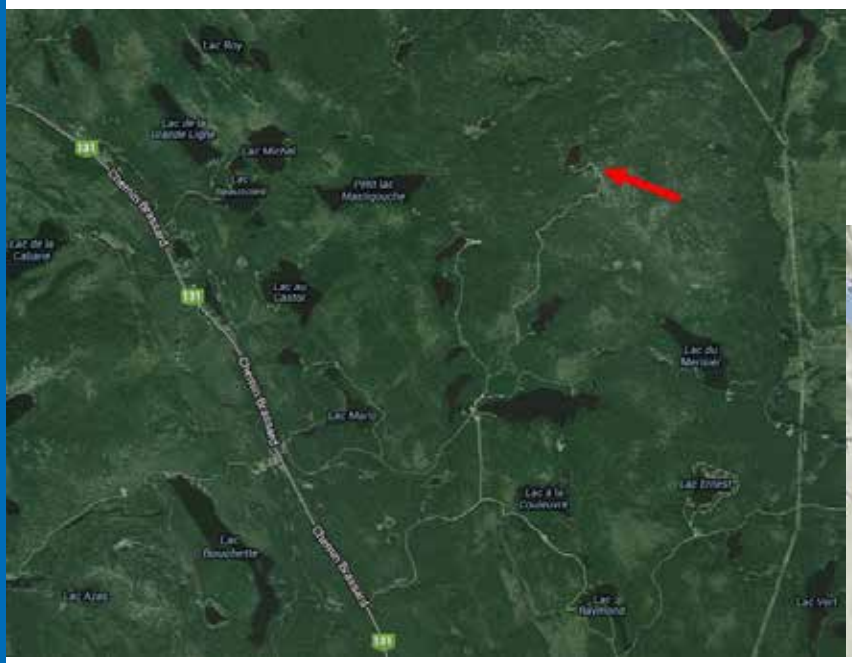
- Lune, planètes, étoiles doubles
- Remplacer les oculaires par de meilleurs entre 7 et 30 mm
- Suspendre un poids sous la monture pour abaisser le centre de gravité

Deux comètes pour le prix d'une

Parfois, le nom d'un club est trop évocateur ; en effet, les Vagabonds du ciel de Lanaudière n'ont jamais eu de véritable site dédié à l'observation… jusqu'à maintenant !

Désireux d'avoir un site au sommet d'une montagne, plusieurs membres ont entrepris une véritable quête dans la région pour trouver LE site… mais trouver un sommet de montagne avec une route d'accès, un horizon dégagé, et aucune habitation à proximité semblait voué à l'échec.

C'est finalement grâce à Google Maps que nous avons trouvé un site prometteur. Sur la photo satellite, la végétation semblait peu dense, et les courbes de dénivellation laissaient sous-entendre de fortes pentes. Une fois sur place, c'est l'émerveillement total, même avec quelques épinette chétives aux alentours (il y a déjà eu un incendie sur le site) on parle d'un horizon bien dégagé ; au sud, on peut apercevoir une tour de cellulaire qui se trouve à plus de 10 kilomètres du site (elle s'avère en fait très pratique pour aligner nos viseurs).



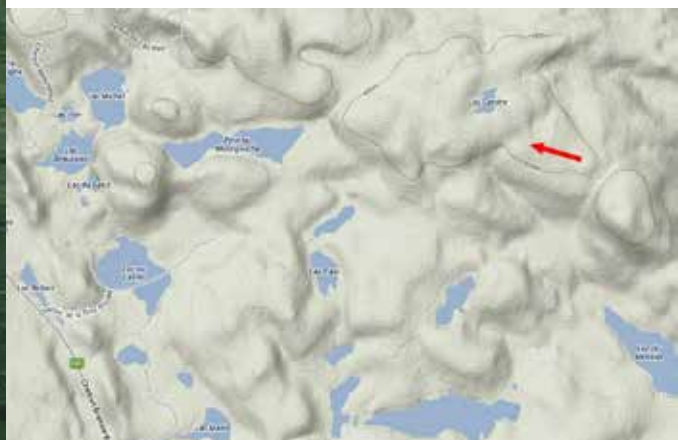


Photo : J.-M. Perreault

par Jean-Marc Perreault

Autre qualité surprenante du site : l'absence de buée sur nos télescopes ; depuis un an, les bandes chauffantes n'ont jamais servi. Le phénomène s'explique probablement par ce qu'on appelle une brise de montagne ; ce mouvement d'air empêche la condensation sur nos instruments. De plus, étant au sommet d'une montagne assez élevée, le sol y est très mince et contient peu d'humidité ; le seul plan d'eau à proximité se trouve plus bas que notre site.

Comme le site fait partie de la pourvoirie Saint-Zénon, la question se posait alors sur l'attitude du propriétaire face à notre présence. Non seulement celui-ci laisse entrer nos membres gratuitement dans la pourvoirie, mais il a de plus décidé de nous aider en soumettant au gouvernement un projet d'aménagement du site.

Le projet prévoit plusieurs petites surfaces de béton pour l'installation des télescopes, cinq espaces de camping avec des plateformes en bois de 4,9 m (16′) de côté pour l'installation des tentes, et un stationnement. Il y aura aussi un refuge pouvant héberger six à huit astronomes, et — à notre grande joie — un observatoire !

Pour celui-ci, il a été convenu d'acheter le nouveau Pod Max de la compagnie SkyShed (voir illustration page suivante), mais des délais de production rendent incertain ce choix en ce moment.

Belle rencontre…

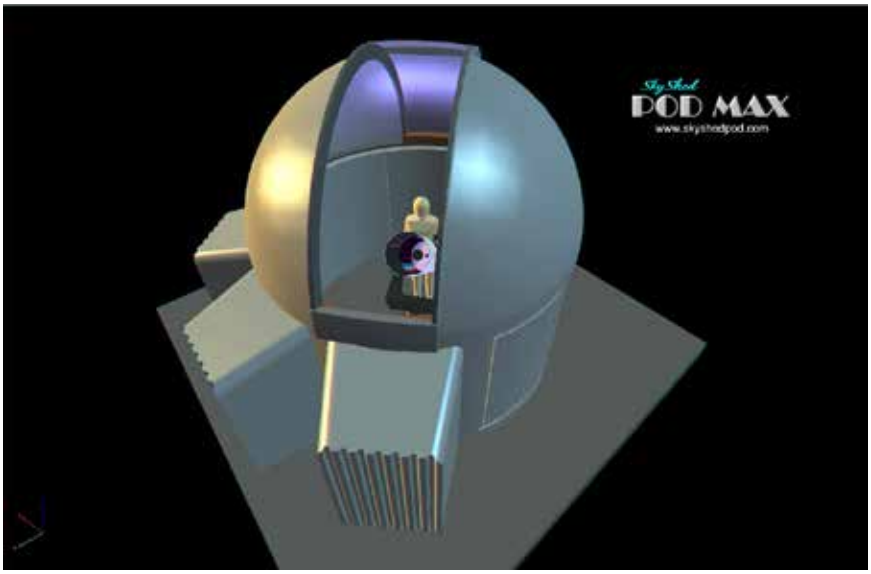
Cet automne, une belle occasion se présente pour tenir sur ce terrain une activité dédiée aux astrophotographes. En effet, les 8 et 9 novembre, deux comètes seront assez rapprochées pour être capturées dans une même photo. La comète C2102/S1 (ISON) sera à proximité de la comète

2P/Encke ; cette dernière s'est vraiment fait voler la vedette par ISON, faute de quoi elle aurait été la comète la plus brillante de 2013. Toutefois, ISON pourrait très bien nous décevoir, et Encke regagner son titre de « succès photographique de 2013 » pour ce qui est des comètes.

Selon les données obtenues pour un Canon T1i, la focale nécessaire serait entre 40 et 50 mm ; ce serait donc à la portée de toute personne possédant un appareil DSLR. L'observation des deux comètes ensemble sera possible juste avant le lever du Soleil, Encke étant plus problématique car plus basse à l'horizon. Elle dépasse 10° d'altitude à partir de 05 h 00, de là l'importance d'avoir un horizon dégagé en cette direction ainsi qu'un ciel aussi noir que possible à l'est, ce qui est notre cas.

Pour ceux qui ne désirent pas passer une nuit blanche ou arriver en pleine nuit sur le site, l'auberge en face de la pourvoirie offre un forfait très abordable à 68,95 $ plus taxes pour une nuitée en occupation double avec souper quatre services et déjeuner gourmand si nous formons un groupe de plus de 15 personnes et que nous réservons au moins trois jours d'avance.

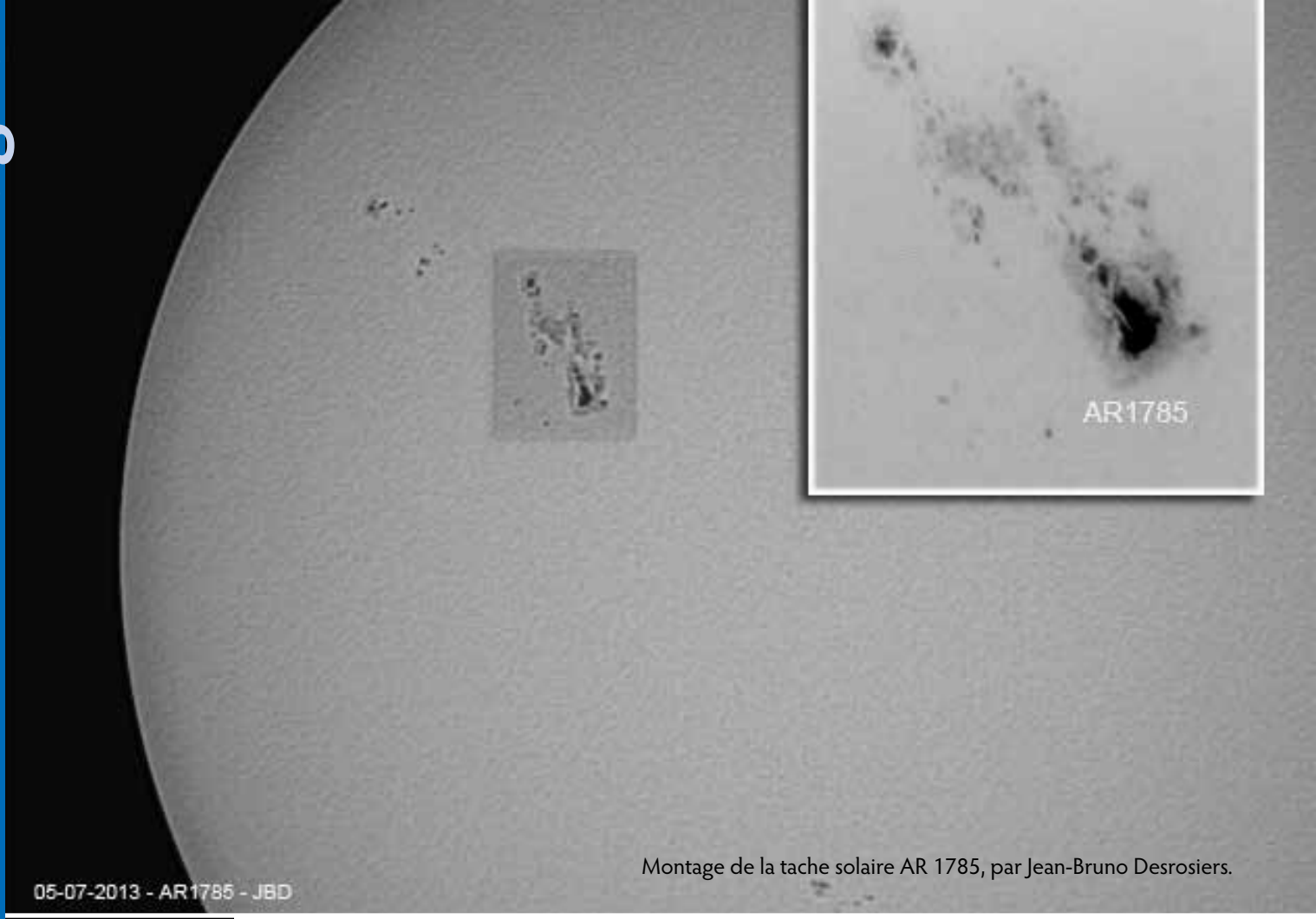
Arriver en pleine nuit n'est pas un problème, mais nous déterminerons une heure limite pour ne pas perturber la prise de photo. Nous espérons aussi installer plusieurs télescopes pour la photographie et le visuel et les rendre disponibles aux participants. Vous pourrez d'ailleurs essayer un ensemble avec caméra monochrome et filtres LRGB–Hα–O III.



Si l'aventure vous intéresse, vous êtes par les présentes invités à contacter Jean-Marc Perreault (jeanmarcperreault@videotron.ca), qui se chargera de coordonner le tout. La page Facebook « Observatoire St-Zénon » (http://bit.ly/St-Zenon) servira à vous tenir informés des petits détails concernant cette activité, de même que du développement de notre site.

Nous vous invitons aussi à visiter le site Web des Vagabonds du ciel de Lanaudière, au http://www.vagabondsduciel.ca/

Bonne chance pour l'observation de ces deux comètes bien différentes ! AQ



Montage de la tache solaire AR 1785, par Jean-Bruno Desrosiers.

Quand on aime...

par Daniel Leclerc

Une anecdote, illustrant la fameuse loi de Murphy, mais illustrant aussi le vieil adage « quand on l'aime, même ses défauts se transforment en qualités ». Je crois bien que cette maxime s'applique aussi à notre hobby, quand on devient un peu mordu (et c'est si facile de le devenir)!

Un ami astronome amateur devait venir chez moi pour savoir ce que j'utilise pour l'astrophotographie. Vers 21 h, le ciel est clair et je commence à monter tout mon matériel, normalement rangé dans la maison. Je m'installe à un endroit qui m'avait permis de bonnes images de Saturne trois semaines auparavant ; j'avais alors placé trois marqueurs dans le gazon pour noter la position de ma monture équatoriale et je me trouvais génial d'avoir fait ça Je jette un œil à l'oculaire et je constate que le ciel est d'une rare stabilité : Saturne est superbe. Je fais mon alignement polaire de façon impeccable et je finis d'installer mon matériel, l'ordinateur, les oculaires, et deux sièges. Mon visiteur arrive vers 22 h.

Trois petits problèmes…

Les branches d'arbre ont poussé beaucoup lors des trois dernières semaines ; Saturne est juste derrière un amas de petites branches quand on est fin prêts à mettre la caméra CCD en marche. Nous jugeons qu'il faut bouger notre installation car ça va s'empirer avec la rotation terrestre. Je ne suis pas trop fier de moi !

Quand nous sommes, enfin, bien réinstallés ailleurs, après avoir fait une nouvelle mise en station — et encore excellente ! — et juste au moment où nous sommes prêts à filmer avec la caméra CCD, le moteur d'entrainement semble mourir. Évidemment, on perd continuellement Saturne sur l'écran. On tente de remédier au problème pendant 20 à 30 minutes, pour finalement obtenir un mouvement acceptable du moteur.

Quand nous sommes à nouveau prêts à réaliser l'AVI du siècle, le *seeing* se met rapidement à changer et devient archimauvais. Nous faisons deux vidéos, et seule la première est à peu près utilisable car il est évident que la situation ne fait qu'empirer. À la fin, nous peinons à reconnaitre Saturne tellement l'image est floue et instable…

Il est tard, nous sommes tous les deux trop fatigués pour continuer car nous devons nous lever tôt le lendemain matin (sur semaine). Il me donne un coup de main pour démonter tout mon bazar avant de repartir chez lui. Murphy a gagné, mais ça nous affecte très peu ! Heureusement, cet ami est un astronome amateur aguerri et il sait bien que ces situations sont courantes. Il se dit que nous avons simplement vécu des problèmes « normaux » ce soir et que tout compte fait, nous avons passé une bonne soirée, très plaisante malgré tout, et que nous n'avons pas vraiment vu le temps passer. J'ai conservé 1000 images d'une vidéo de 7200 trames pour former une photo de Saturne, le 27 mai 2013. Le *seeing* était passable à ce moment, rendant difficile de discerner les détails. Cela nous importe peu ! La photo obtenue est comme un petit trophée pour nous, un souvenir de cette bonne soirée. L'astronomie, comme la science en général, est une activité parfois ingrate : les mêmes efforts, en certaines conditions, peuvent nous donner des résultats très acceptables, ou de bien piètres résultats. Cependant, quand on réalise une bonne observation ou une bonne photo, on en tire une énorme satisfaction. Pour nous aider, c'est fou comme les logiciels de traitement d'image permettent de faire des merveilles, en allant chercher les meilleures trames d'une vidéo. Ca aide aussi à nous remonter le moral !

La photo du haut a été obtenue trois semaines auparavant, le 5 mai 2013 ; celle du bas, le soir où j'avais un visiteur, le 27 mai.

On dit que l'amour c'est quand on connait toutes les qualités et tous les défauts de l'autre personne, mais qu'on continue à l'aimer… Je vous souhaite de bien aimer votre hobby ! AQ